

# Recursos Naturais do Semiárido

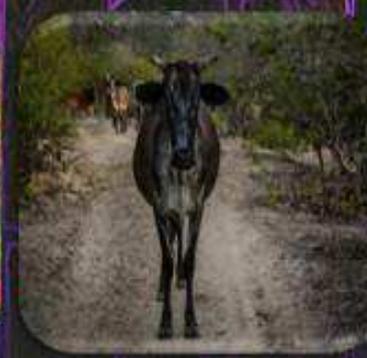
*Estudos Aplicados*

Carlos Antônio Costa dos Santos

Madson Tavares Silva

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

(Organizadores)



# Recursos Naturais do Semiárido

*Estudos Aplicados*



# Recursos Naturais do Semiárido

*Estudos Aplicados*

**Organizadores:**

Carlos Antônio Costa dos Santos

Madson Tavares Silva

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva



Campina Grande – PB

EDUFPG

2016

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG**

S237r Santos, Carlos Antônio Costa dos.  
Recursos naturais do semiárido : estudos aplicados /  
Carlos Antônio Costa dos Santos, Madson Tavares da Silva,  
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva. — Campina Grande:  
EDUEFCG, 2016.  
660 p.

Modo de acesso: <<http://www.ufcg.edu.br/~eduefcg/>>  
ISBN: 978-85-8001-171-5

1. Ciências Ambientais. 2. Semiárido Brasileiro.  
3. Geociências. I. Silva, Madson Tavares da. II. Silva,  
Virgínia Mirtes de Alcântara. III. Título.

CDU 502/504

**EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - EDUEFCG**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG**

**editora@ufcg.edu.br**

Prof. Dr José Edílson Amorim

**Reitor**

Prof. Vicemário Simões

**Vice-Reitor**

Prof. Dr. José Helder Pinheiro Alves

**Diretor Administrativo da Editora da UFCG**

Madson Tavares Silva

**Revisão ortográfica e Edição**

Capa e Projeto Gráfico do Miolo

**Madson Tavares Silva**

Fotos da Capa

**Francisco Monge**

**CONSELHO EDITORIAL**

Antônia Arisdélia Fonseca Matias Aguiar Feitosa (CFP)  
Benedito Antônio Luciano (CEEI)  
Consuelo Padilha Vilar (CCBS)  
Eivaldo Moreira Barbosa (CCJS)  
Janiro da Costa Rego (CTRN)  
Leonardo Cavalcanti de Araújo (CES)  
Marcelo Bezerra Grilo (CCT)  
Naelza de Araújo Wanderley (CSTR)  
Railene Hérica Carlos Rocha (CCTA)  
Rogério Humberto Zeferino (CH)  
Valéria Andrade (CDSA)

**COMISSÃO CIENTÍFICA:**

Bergson Guedes Bezerra (UFRN)  
Carlos Antônio Costa dos Santos (UFCG)  
Carlos de Oliveira Galvão (UFCG)  
Damião Carlos Freire de Azevedo (UFCG)  
Enio Pereira de Souza (UFCG)  
Eivaldo Moreira Barbosa (UFCG)  
Francineide Amorim Costa Santos (UFCA)  
Francisco de Assis Salviano de Souza (UFCG)  
Gesinaldo Ataíde Cândido (UFCG)  
Humberto Alves Barbosa (UFAL)  
Iana Alexandra Alves Rufino (UFCG)  
Janaína Barbosa da Silva (UFCG)  
João Damasceno (UEPB)  
José Dantas Neto (UFCG)  
José Ivaldo Barbosa de Brito (UFCG)  
José Otávio Aguiar (UFCG)  
Leandro Oliveira de Andrade (UEPB)  
Lúcia Santana de Freitas (UFCG)  
Lucianna Marques Rocha Ferreira (UFCG)  
Madson Tavares Silva (UEPB)  
Márcia Maria Rios Ribeiro (UFCG)  
Maria de Fátima Nóbrega Barbosa (UFCG)  
Marx Prestes Barbosa (UFCG)  
Patrício Marques de Souza (UFCG)  
Pedro Vieira de Azevedo (UFCG)  
Rafael Albuquerque Xavier (UEPB)  
Ricardo Alves de Olinda (UEPB)  
Ridelson Farias de Sousa (IFPB)  
Rosires Catão Curi (UFCG)  
Sérgio Murilo Santos de Araújo (UFCG)  
Shirleyde Alves dos Santos (UEPB)  
Vera Lúcia Antunes de Lima (UFCG)  
Vicente de Paulo Rodrigues da Silva (UFCG)  
Werônica Meira de Souza (UFRPE)  
Wilson Fadlo Curi (UFCG)

*Todos os direitos reservados aos organizadores: Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmados, fotográficos, fonográficos e videográficos. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer sistema de processamento de dados e a inclusão de qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. Os capítulos são de inteira responsabilidade dos autores.*



## APRESENTAÇÃO

*O Semiárido brasileiro, em razão de seu processo sócio-histórico de formação e apesar de apresentar ricas potencialidades em termos de sociobiodiversidade regional, ainda é caracterizado por um baixo dinamismo econômico, com indicadores sociais inferiores às médias nacional e regional. Além disto, a degradação ambiental que incide sobre seus recursos naturais (solo, água, vegetação e atmosfera) torna vulnerável uma população de quase 24 milhões de pessoas que vivem na região semiárido brasileira, com extensão territorial de quase 1 milhão de quilômetros quadrados.*

*A persistência destes problemas remete à necessidade da obtenção de novos significados para a sustentabilidade, que considere especificidades históricas, culturais, socioeconômicas e ambientais.*

*Neste sentido, torna-se importante debater e analisar as principais alternativas de ações baseadas em um novo paradigma de desenvolvimento para o Semiárido brasileiro, capazes de contribuir para melhorar as condições de vida das pessoas e a promoção da cidadania, por meio de iniciativas sociais, econômicas, tecnológicas e ambientais apropriadas para a geração de novas e melhores formas de convivência com as características da região.*

*É nesta perspectiva que a realização do I Workshop de Recursos Naturais do Semiárido (WRNS) foi a oportunidade de reunir um conjunto de atores sociais discutir contingências específicas do desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro, em especial problemas e soluções baseados em princípios da vulnerabilidade, da resiliência e da sustentabilidade.*

*O objetivo da publicação de Recursos Naturais do Semiárido – Estudos Aplicados é divulgar os estudos teóricos, metodológicos e empíricos aplicados aos recursos naturais do semiárido do Brasil, que foram apresentados e debatidos durante o I Workshop de Recursos Naturais do Semiárido (WRNS), realizado em dezembro de 2015, na cidade de Campina Grande, Paraíba.*

*Espera-se assim que o presente livro possa contribuir de forma significativa sobre as pesquisas futuras nas mais diversas temáticas inseridas no semiárido nordestino servindo como fonte de referência à comunidade científica e a sociedade em geral.*



## AGRADECIMENTOS

Os organizadores vem expressar seus sinceros e calorosos agradecimentos a todos os participantes, palestrantes e comissão organizadora que contribuíram de forma significativa para realização *I Workshop de Recursos Naturais do Semiárido (WRNS)*, realizado em dezembro de 2015, na cidade de Campina Grande, Paraíba. Ainda enfatiza que graças às contribuições dos autores (professores, pesquisadores e estudantes) foi possível a confecção da presente publicação, que nada mais é o fruto do trabalho e empenho destinados para elaboração de cada um dos capítulos dessa obra, reconhecendo ainda o pouco tempo que lhes foi disponibilizado. Vem, em especial, agradecer todos os patrocinadores pelo suporte financeiro (PaqTcPB, Datashop, 6Sigma, Superia eventos, Instituto Bioeducação e FIP Campina Grande) e ainda aos órgãos institucionais pela divulgação (INSA e Prefeitura Municipal de Campina Grande), pois sem os mesmos não teria sido possível a realização do evento e, por conseguinte a publicação deste livro.



## SUMÁRIO

- 1. A IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS NO PROJETO ÁGUA: FONTE DE ALIMENTO E RENDA.....19**  
*Pedro César Pereira Coelho e Waleska Silveira Lira*
- 2. A UTILIZAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA PARA AVALIAR OS PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE DO BRASIL..... 37**  
*Laryssa de Almeida Donato e Maria de Fátima N. Barbosa*
- 3. ABORDAGEM DIDÁTICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM ENFOQUE ECOSISTÊMICO DIRECIONADO AO ENSINO TECNOLÓGICO.....47**  
*Lucila Karla Felix Lima de Brito, José Aécio Alves Barbosa, Carlos Antônio Costa dos Santos*
- 4. AGROFLORESTA: SISTEMA DE PRODUÇÃO E CONVIVÊNCIA NA AGRICULTURA FAMILIAR..... 59**  
*Ednaldo da Silva Rodrigues, Katilânia Estevam da Silva e Rivaildo da Costa Nascimento*
- 5. ANÁLISE AMBIENTAL DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DE REVESTIMENTO CERÂMICO COM ÊNFASE NA PRODUÇÃO MAIS LIMPA P+L.....67**  
*Heline Fernanda Silva de Assis Dantas e Lúcia Santana de Freitas*
- 6. ANÁLISE DA TENDÊNCIA LINEAR DE EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO INTENSA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL.....89**  
*A. C. da Silva Queiroz, B. G. Bezerra e C. M. Santos e Silva*
- 7. ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO E EROSIVIDADE EM CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS – PIAUÍ.....99**  
*Hudson Ellen Alencar Menezes, Raimundo Mainar de Medeiros, Leandro Fontes de Sousa e Hamstrong Ellen Alencar Menezes*
- 8. ANÁLISE HIDROCLIMÁTICA DOS MUNICÍPIOS DE BOA VISTA, SÃO JOÃO DO CARIRI E SERRA BRANCA – PARAÍBA, BRASIL.....119**  
*Thaís Regina Benevides Trigueiro Aranha, Raimundo Mainar de Medeiros, Francisco de Assis da Costa Neto*
- 9. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ESCOLA JOÃO PINTO DA SILVA NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SÃO MIGUEL-PB.....141**  
*Maria Milena de Brito Dias; Fabiana Leite Xavier; Petrucia Nunes de Oliveira*
- 10. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EXTRAÍDA DO POÇO ARTESIANO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ALCIDES CARNEIRO, EM CAMPINA GRANDE-PB.....153**  
*Lazaro Ramom dos Santos Andrade, Jeová Alves de Souza, Sergio Murilo Santos de Araújo*
- 11. AVALIAÇÃO DOS VERANICOS E A PRODUÇÃO DE LEITE NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO DO UNA – PE.....171**  
*Ricardo Alexandre Irmão, Vicente Natanael Lima Silva, Wanderson Santos Souza e Janduy Guerra Araújo*

- 12. BALANÇO HÍDRICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA A CIDADE DE AREIA – PB.....179**  
*Alécio Rodrigues Pereira, Elloise Rackel Costa Lourenço e Thais Regina Benevides Trigueiro Aranha*
- 13. CONCEITOS E PRÁTICAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DA PERCEPÇÃO DE ATORES SOCIAIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR – IES.....195**  
*Sara Henrique Pontes Nunes, Virginia Mirtes de Alcântara Silva e Élder Guedes dos Santos*
- 14. CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS: RESÍDUOS SÓLIDOS DE SAÚDE EM SOUSA-PB.....211**  
*Layz Dantas Alencar, Layze Amanda Leal Almeida e Erivaldo Moreira Barbosa*
- 15. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E O ECODSIGN NA RESERVA ECOLÓGICA ESTADUAL MATA DO PAU FERRO (AREIA/PB).....229**  
*Luiz Ricardo Sales e Marconi Luiz França*
- 16. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO ALIMENTAR DOS HABITANTES RURAIS DA MICROBACIA RIACHO DAS PIABAS, ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL.....241**  
*Veneziano Guedes de Sousa Rêgo, Jogerson Pinto Gomes Pereira e Soahd Arruda Rached Farias*
- 17. DOWNSCALING DINÂMICO DA PRECIPITAÇÃO SOBRE O NORDESTE BRASILEIRO COM O MODELO REGCM4 DURANTE O VERÃO.....263**  
*Gilvani Gomes de Carvalho, Aline Gomes da Silva e Priscilla Teles de Oliveira*
- 18. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO PÚBLICO: PERCEPÇÕES E PRÁTICAS DOS PROFESSORES DE UMA ESCOLA DE CAMPINA GRANDE-PB.....277**  
*Layana Dantas de Alencar, Maria de Fátima Nóbrega Barbosa e Erivaldo Moreira Barbosa*
- 19. EFEITOS DA ESCASSEZ HÍDRICA SOBRE A POPULAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL, PARAÍBA.....295**  
*Dalva Damiana Estevam da Silva, João Miguel de Moraes Neto e Maria Aparecida Cordeiro Florentino de Lima*
- 20. ESPAÇOS LIVRES DE CAMPINA GRANDE: CONFORTO TÉRMICO PARA QUALIDADE DE VIDA URBANA.....309**  
*Laise do Nascimento Cabral, Monalisa Cristina Silva Medeiros e Claudéan Martins da Gama*
- 21. ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DE BEBEDOURO (PE).....325**  
*Madson Tavares Silva, Vicente de Paulo Rodrigues da Silva, Enio Pereira de Souza, Argemiro Lucena Araújo e Jullianna V. V. de Azevedo*
- 22. ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA IRINEU JOFFILY.....341**  
*Thaís Mara Souza Pereira, José Adailton Lima Silva e Monalisa Cristina Silva Medeiros*
- 23. EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL E REAL E SUA CONTRIBUIÇÃO NAS PRECIPITAÇÕES NAS CIDADES DE RIO BRANCO, MANAUS E BELÉM.....351**  
*Lady Layana Martins Custódio, Dayse Suellen dos Santos Moraes e JoséIVALDO Barbosa de Brito*

- 24. GERENCIAMENTO DA DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE GUARABIRA PB.....371**  
*Anderson Oliveira de Sousa, Lucas Moura Delfino e Felipe Augusto da Silva Santos*
- 25. GESTÃO DA ÁGUA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDO DE CASO EM COMUNIDADES RURAIS DE ARARUNA-PB.....387**  
*Bruno Andrade de Freitas, Bruno Menezes da Cunha Gomes e Alanny Larissa da Silva Oliveira Sousa*
- 26. IMPACTO SOCIOAMBIENTAL NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DA CAL: UM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR.....397**  
*Sandra dos Santos Sales, Lizandra de Farias Rodrigues Queiroz e Erivaldo Moreira Barbosa*
- 27. IMPACTOS DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR INFLUENZA EM IDOSOS NA LOCALIDADE DE MONTEIRO – PB .....413**  
*Jullianna V. V. de Azevedo, Carlos A. C. dos Santos, Madson T. Silva, Ricardo A. de Olinda e Débora Aparecida da Silva Santos*
- 28. IMPACTOS DO CLIMA URBANO EM BOM JESUS – PI.....431**  
*Valneli da Silva Melo, Raimundo Mainar de Medeiros e Francisco de Assis Salviano Sousa*
- 29. INCLUSÃO SOCIAL DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: UMA ANÁLISE À LUZ DA POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....449**  
*Hérika Juliana Linhares Maia, Erivaldo Moreira Barbosa e Monica Maria Pereira da Silva*
- 30. INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NAS INTERNAÇÕES HOSPITALARES EM IDOSOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB.....463**  
*Juliana Meira de Vasconcelos Xavier e Pedro Vieira de Azevedo*
- 31. O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BARAÚNA NO SERIDÓ ORIENTAL PARAIBANO.....473**  
*José das Vitórias dos Santos*
- 32. OTIMIZAÇÃO E USO DO ULTRASSOM PARA SÍNTESE DE BIODIESEL DE MAMONA.....485**  
*Ramon Freire da Silva, José Celson Braga Fernandes e José Germano Verás Neto*
- 33. PERFIL SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CABACEIRAS– PB E O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO.....501**  
*Geórgia Cristina de Sousa Oliveira e Gesinaldo Ataíde Cândido*
- 34. PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DE SOLEDADE – PB.....517**  
*Carla Elenice Farias Dantas, Élide Alves de Queiroz Felix e Alíria Alirione Dias da Silva*
- 35. PROPOSTA ELEMENTAR DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN.....531**  
*Maria Clara Torquato Salles e Felipe Vercely Arrais de Andrade*

- 36. RIO PARAÍBA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA OBRA DE JOSÉ LINS DO REGO: UMA ANÁLISE HISTÓRICO-AMBIENTAL.....545**  
*Catarina de Oliveira Buriti e Erivaldo Moreira Barbosa*
- 37. SIMULAÇÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS ABASTECIDOS PELO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA/PB.....563**  
*Elson Gerson Lacerda da Cruz, Paulo da Costa Medeiros e George do Nascimento Ribeiro*
- 38. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO NORDESTINO.....573**  
*Alanny Larissa da Silva Oliveira Sousa, Bruno Andrade de Freitas e Bruno Menezes da Cunha Gomes*
- 39. SUSTENTABILIDADE E ENERGIA: APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE INDICADOR EM MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE – RN.....581**  
*Amanda de Paula Aguiar Barbosa e Gesinaldo Ataíde Cândido*
- 40. SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA: DESCRIÇÃO DE INDICADORES ADAPTADOS À GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA.....601**  
*Rafael Felipe R.R.M. Cavalcanti e Gesinaldo Ataíde Cândido*
- 41. VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA EM ALAGOA NOVA – PARAÍBA, BRASIL E SUAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....621**  
*Biancca Correia de Medeiros, Raimundo Mainar de Medeiros e Valneli da Silva Melo*
- 42. VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA EM COMUNIDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE CABACEIRAS-PB.....639**  
*Maria da Conceição Marcelino Patrício e Sérgio Murilo Santos de Araújo*



# **A IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DOS ATORES SOCIAIS NO PROJETO ÁGUA: FONTE DE ALIMENTO E RENDA**

Pedro César Pereira Coelho<sup>1</sup> e Waleska Silveira Lira<sup>2</sup>

**RESUMO:** Dentre as inúmeras propostas existentes para solucionar os problemas do semiárido brasileiro, algumas envolvendo soluções tecnológicas avançadas, têm-se o Projeto Água: Fonte de Alimento e Renda com o envolvimento da comunidade como importantes atores sociais na forma de contribuir para gestão participativa das famílias da comunidade de Uruçu-PB. Neste estudo foi realizada uma pesquisa com 20 participantes da cooperativa Hidroçu, área rural da Cidade de São João do Cariri no estado da Paraíba. A pesquisa de cunho quantitativo utilizou como instrumento uma entrevista semi-estruturada, e analisou os resultados, visando identificar as características e percepções dos cooperados do projeto. Os resultados obtidos a partir da tabulação e análise descritiva dos dados trouxe algumas respostas. Foram identificadas percepções importantes dos cooperados com relação as unidades produtivas, a comunidade de Uruçu e a participação da universidade. Também verificou-se que eles participam das tomadas de decisões, das comercializações e da gestão direta do projeto. E outro resultado significativo encontrado foi a identificação da importância do projeto para a melhora da qualidade de vida da população de Uruçu e desenvolvimento da cultura empreendedora junto aos participantes da cooperativa Hidroçu, fatores estes, importantes para continuidade, sustentabilidade do projeto e para participação da comunidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atores Sociais; Projeto Água: Fonte de Alimento e Renda; Semiárido.

---

1 Matemático, Professor, Depto. De Estatística. Universidade Estadual de Paraíba-UEPB, Campina Grande- PB, pedrocezarcoelho@gmail.com.

2 Administradora, Professora, Depto. de Administração e economia. Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campina Grande-PB, waleska.silveira@oi.com.br.

## **PARTICIPATION OF THE IMPORTANCE OF SOCIAL ACTORS IN THE PROJECT, WATER: FOOD SUPPLY AND INCOME**

**ABSTRACT:** Among the many existing proposals for solving the Brazilian semi-arid conditions, some involving advanced technological solutions, the Water Project: Source of Food and Income with community involvement as important social actors in order to contribute to participatory management of community families of Uruçu-PB. In this study a survey was conducted with 20 participants Hidroçu cooperative, rural area of the city of São João do Cariri in the state of Paraíba. The quantitative nature of research used as a tool semi-structured interviews, and analyzed the results in order to identify the characteristics and perceptions of the project members. The results obtained from the tabulation and descriptive analysis of the data brought some answers. Important insights of the cooperative were identified regarding the production units, the Uruçu community and the participation of the university. Also it was found that they participate in decision-making, the commercialization and the direct management of the project. And another significant result was found to identify the importance of the project to improve the quality of life of the population of Uruçu and development of the entrepreneurial culture among the participants of Hidroçu cooperative, these factors are important for continuity, project sustainability and community participation.

**KEYWORDS:** Social Actors; Water Project: Food Supply and Income; Semiárid.

### **INTRODUÇÃO**

Dados do INSA (Instituto Nacional do Semiárido) mostram que nosso país possui aproximadamente 21 milhões de habitantes em regiões semiáridas, sendo considerado o país com a região semiárida mais populosa do mundo. Estas regiões têm como características predominantes a seca provocada pela falta de chuva, ocupando uma área de 940 mil km<sup>2</sup>, cobrindo quase 8 % do território nacional.

No Nordeste, além do problema climático, esta situação causa dificuldades sociais para as pessoas que habitam na região. Por exemplo, com a falta de água, fica difícil desenvolver a agricultura, bem como a criação de animais. Sendo assim, esta condição provoca a escassez de recursos econômicos para população, gerando como consequência fome e miséria para as pessoas dessas regiões. Um outro exemplo é que a limitação de

fontes de água potável leva os habitantes dessas regiões ao consumo de água de baixa qualidade, que pode ocasionar diversos males à saúde dos moradores.

Em todo o semiárido brasileiro há grande quantidade de água no subsolo. O problema é que contém alta concentração de sais, o que a torna imprópria para consumo. Em virtude disso, uma alternativa encontrada seria em torno do tratamento desta água de forma que pudesse ser utilizada em prol da comunidade.

Foi nesta linha que surgiu uma possível solução com a implantação do projeto “Água: Fonte de Alimento e Renda - uma alternativa sustentável para o semiárido”. Este projeto tem como objetivo o fornecimento de água potável, através da dessalinização, bem como a utilização do rejeito neste processo para o cultivo da microalga *Spirulina*, criação de tilápias, além de culturas hidropônicas, como o tomate, pimentão e pimenta.

O piloto do “Projeto Água: fonte de Alimento e Renda” foi implantado na comunidade de Uruçu, localizada no município de São João do Cariri (Paraíba), onde vivem 80 famílias. A participação das mesmas ocorre de forma direta, através da cooperativa, e indireta com a aquisição dos produtos comercializados. Com isso, o mesmo possibilita o desenvolvimento de um modelo sustentável e replicável para a região do semiárido, permitindo que as comunidades beneficiadas explorem economicamente os produtos e tenham uma melhor qualidade de vida.

A gestão dos recursos naturais é um dos componentes essenciais do processo de regulação das inter-relações entre os sistemas socioculturais e o meio ambiente biofísico (VIEIRA; WEBER, 2000; GODARD, 2002).

Contudo, os sistemas convencionais de gestão apresentaram fracasso e com isso passou-se a investigar a dinâmica entre sistemas inter-relacionados. Segundo propõe Seixas e Berkes (2005), o sistema social e o sistema ecológico, geralmente examinados separadamente, possuem dimensões inter-relacionadas:

Para Berkes (2005), os sistemas convencionais ainda estão voltados para a promoção de um estilo de desenvolvimento predatório, não para o uso sustentável dos recursos. Em virtude disso, abre-se espaço para pensarmos em sistemas de gestão alternativos, que caminhem ao encontro dos novos desafios colocados pela problemática socioambiental e que abram espaço para os atores sociais até então excluídos dos sistemas de gestão convencionais.

Em síntese, o enfoque da gestão integrada e participativa dos recursos naturais – também denominada de gestão comunitária – é entendido como aquele realizado de “baixo para cima”, de forma descentralizada, representando um novo tipo de governança

ambiental, agora enraizada no nível local e que absorve a complexidade embutida nas conexões institucionais transescalares (VIEIRA, 2005b).

Para determinar o sucesso desse sistema de gestão é essencial a inclusão e a interação dos diferentes atores sociais individuais e/ou coletivos. Neste projeto identifica-se como um dos principais atores sociais a cooperativa, denominada HIDROÇU, de fundamental importância, através de seus participantes, para o sucesso da gestão. Este estudo buscará identificar as percepções e quantificar o nível de atuação dos cooperados, atores sociais de suma importância ao desenvolvimento do projeto.

O estudo está definido da seguinte forma: introdução, referencial teórico sobre gestão participativa e atores sociais, também do Projeto Água: Fonte de Alimento e Renda. Os procedimentos metodológicos serão expostos em seguida e no quarto item a ser expandido está a análise dos resultados. O último item abordado contém as considerações finais, e por fim as referências utilizadas ao longo do estudo.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Gestão participativa, os atores sociais e o projeto Água: Fonte de Alimento e Renda**

São inegáveis os avanços quantitativos no que se refere à implantação de processos participativos na gestão ambiental pública. Porém, apontam uma série de dificuldades e contradições neste avanço quantitativo. Como um exemplo ilustrativo destas dificuldades, podemos citar o Relatório “Gestão Participativa do SNUC”, um documento governamental elaborado conjuntamente pelo Ibama e Ministério do Meio Ambiente.

A gestão dos recursos naturais é um dos componentes essenciais do processo de regulação das inter-relações entre os sistemas socioculturais e o meio ambiente biofísico (VIEIRA; WEBER, 2000; GODARD, 2002). Ela abarca a diversidade das representações dos atores sociais em jogo e a variabilidade envolvida nas diferentes escalas espaciais (do local ao global) e temporais (do curto ao longo prazo). De acordo com Seixas e Berkes (2005), possui duas dimensões inter-relacionadas: o sistema social e o sistema ecológico, geralmente examinado separadamente. Contudo, pelo fracasso dos sistemas convencionais de gestão, começou-se a “investigar a dinâmica desses sistemas de forma integrada, a fim de contribuir para a gestão sustentável dos recursos naturais” (BERKES, 2005; KALIKOSKI; LAVKULICH, 2003).

Também, Policarpo & Santos (2008) afirma que os sistemas convencionais de gestão de recursos naturais de uso compartilhado não consideram o potencial contido nos diferentes sistemas de autoridade construídos e administrados no nível local nem os diferentes tipos e interesses de atores sociais chaves para a gestão.

Neste sistema de gestão, há a necessidade de se considerar as diversas formas de percepção das relações sociedade-natureza. “Com isso, surge a necessidade de pesquisa participativa, transformando as comunidades em parceiras efetivas de um processo cooperativo de criação de conhecimentos, fomentando o diálogo de saberes – processo de aprendizagem mútua, de compartilhamento dialógico de experiências” (VIEIRA, 2005b).

Para tentar solucionar esta problemática, muitas propostas de modelos de gestão têm sido apresentadas abordando um sistema que contemple as interações entre sociedade e natureza. Segundo Bouamrane e Antona (1998), neste processo devemos considerar as percepções e as representações dos atores sociais, os direitos que permitem aos usuários dispor do acesso aos recursos, os processos de tomada de decisão que envolve os atores e as interações entre estes componentes.

### **O projeto Água: Fonte de Alimento e Renda**

No Brasil, das cinco macrorregiões geográficas do país, as regiões do semiárido são consideradas as áreas mais degradadas e com fortes tendências à desertificação. Também as que possuem grandes contrastes sociais, econômicos, culturais e ecológicos. Uma característica preponderante e marcante nestas regiões é a falta de chuva que acentuam estes contrastes.

Para atenuar as dificuldades encontradas pelos moradores dessas regiões, um projeto piloto foi implantado na comunidade de Uruçu, área rural do município de São João do Cariri, no estado da Paraíba o projeto “Água: Fonte de Alimento e Renda – uma alternativa sustentável para o semiárido”, patrocinado pelo Programa Petrobras Ambiental, com a participação de diversos parceiros técnicos: universidades federais, governos estadual e municipal e outras entidades e organizações.

O projeto consiste na dessalinização da água salobra, encontrada em grande quantidade no subsolo, transformando em água potável e no aproveitamento do rejeito “concentrado de sais” gerado no processo. Este rejeito, que se devolvido ao solo causa impactos ambientais, é utilizado de forma inovadora em um processo de produção. Em Uruçu foram implantadas quatro unidades de produção que funcionassem de forma integrada,

fazendo uso criativo do concentrado: uma unidade de água potável; uma de hortaliças, através da hidroponia; uma de criação de tilápias (piscicultura); e outra de produção da microalga spirulina.

No projeto consta o objetivo de conservar os recursos hídricos, a partir do aproveitamento do rejeito de dessalinização, pela prática de ações sociais, ambientais e econômicas que proporcionassem o desenvolvimento de um modelo sustentável e replicável para outras regiões do semiárido. Com isso, conseguir a passagem de conhecimento das universidades e a incitação ao empreendedorismo para a geração de emprego e renda e melhoria da qualidade de vida de comunidades desamparadas.

Na comunidade de Uruçu, as atuações do projeto abrangeram a passagem de conhecimentos técnicos das universidades diretamente para a comunidade, incitando a produção, o empreendedorismo com a comercialização dos produtos, a criação de trabalho e renda e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida. Foi criada a Cooperativa Agropecuária de Uruçu denominada de Hidroçu, responsável por dar seqüência ao desenvolvimento sustentado das unidades construídas, em benefício de seus cooperados.

## **METODOLOGIA**

Neste estudo foi realizada uma pesquisa com 20 dos aproximadamente 35 cooperados da cooperativa Hidroçu, responsável pela administração do projeto na comunidade de Uruçu, área rural da cidade de São João do Cariri, microrregião do Cariri paraibano. A pesquisa de cunho quantitativo utilizou um questionário semiestruturado e uma amostragem de conveniência (VIEIRA, 1980). Analisando os resultados usando estatística descritiva das variáveis propostas.

As variáveis utilizadas procuraram mensurar, em relação ao projeto “Água: Fonte de Alimento e Renda”, as percepções e as representações dos cooperados da comunidade de Uruçu, sobre os direitos que permitem dispor, os processos de tomada de decisão e a interação entre os componentes; atores população, representações da comunidade (Cooperativa Agropecuária de Uruçu, denominada de Hidroçu) e gestora do projeto (Universidade).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada na comunidade de Uruçu localizada no município de São João do Cariri, situado na região do Cariri Paraibano. A população a ser pesquisada, os cooperados, estava disposta nos diversos povoados da comunidade de Uruçu.

### Relação com a Natureza

Dos cooperados que responderam o questionamento sobre a importância de preservar a natureza, 90% classificou como extremamente importante, enquanto 10% como importante. Portanto os dados mostram que os cooperados preservam a natureza estimulando a conservação e recuperação do meio ambiente. Com relação a comunidade de Uruçu, para 65% deles apenas uma parte da população está preservando a natureza. Observa-se que os respondentes acreditam que o meio ambiente é a chave para que suas atividades sejam realizadas de forma equitativa e produtiva.

Porém, com relação aos dados das tabelas, pode-se atestar que as atividades realizadas na comunidade condizem em parte com o que os cooperados acreditam como relevante, a preservação da natureza. Para 65% deles apenas uma parte da população está preservando a natureza e 10 % acredita que a maioria está contribuindo para preservação da natureza.

Tabela 1- O Sr. (a) acredita que preservar a natureza é algo:

<b>Resposta</b>	<b>Percentual</b>
Extremamente importante	90%
Importante	10%
Razoavelmente importante	0%
Pouco importante	0%
Nada importante	0%
Não Sei	0%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

Tabela 2- O Sr. (a) acredita que quem da comunidade está preservando a natureza:

<b>Resposta</b>	<b>Percentual</b>
A minoria	25%
Uma parte das pessoas	65%
A maioria	10%
Não Sei	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### **Participação no Projeto**

O projeto “Água: Fonte de Alimento e Renda” inovou com uma solução de implantar em Uruçu quatro unidades de produção que funcionassem de forma integrada, fazendo uso criativo do concentrado: uma unidade de água potável; uma de hortaliças, através da hidroponia; uma de criação de tilápias; e outra de produção da microalga (spirulina). Questionou-se aos participantes da cooperativa sobre a realização das atividades na mesma.

De acordo com os resultados, nota-se que a interação para a produção de hortaliças, a exemplo da alface hidropônico, é realizada por 100% dos cooperados, enquanto que nas outras atividades observa-se uma divisão de tarefas dos mesmos. A unidade produtiva de água potável conta com 65% dos cooperados para realização das suas atividades, na unidade de produção de tilápia cerca de 50% dos cooperados tem participação nas atividades e na unidade de produção de spirulina apenas 20% dos cooperados afirmaram participar.

Em virtude dos cooperados realizarem outras atividades durante o dia e fora da cooperativa, estes passam a dividir entre si as demais produções no projeto.

Tabela 3- O Sr. (a) participa da unidade produtiva de:

<b>Resposta SIM</b>	<b>Percentual</b>
Unidade de Água potável	65%
Unidade de Hortaliças	100%
Unidade de Tilápia	50%
Unidade de Spirulina	20%

## **Avaliação das Unidades Produtivas do Projeto**

Para 90% dos cooperados a unidade produtiva de água potável é classificada como Ótima ou Boa, a unidade de hortaliças é avaliada por 95% dos cooperados como Ótima ou Boa, a unidade de tilápia para 85% é Ótima ou Boa e a unidade de produção de spirulina apenas 10% dos cooperados afirmaram ser Boa.

Para os cooperados, as unidades produtivas da água potável, hortaliças e tilápia foram aprovadas, enquanto a de spirulina ainda está em fase de teste e isso pode explicar o baixo percentual de conhecimento e aceitação por parte da comunidade cooperada.

Uma das maiores dificuldades dos moradores da comunidade de Uruçu é ter acesso à água potável, por a água desta região conter um teor de sal muito alto. O projeto possibilitou a instalação de um dessalinizador - equipamento que tira o sal da água - para que a população local tenha água potável. Mas o grande diferencial do projeto está no aproveitamento do rejeito da dessalinização, o qual é utilizado para criação de tilápias, de uma microalga (spirulina) e também para a produção de alface, tomate e outros produtos através do sistema hidropônico.

Tabela 4– Como o Sr. (a) avalia unidade produtiva de:

<b>Resposta ÓTIMA ou BOA</b>	<b>Percentual</b>
Unidade de Água potável	90%
Unidade de Hortaliças	95%
Unidade de Tilápia	85%
Unidade de Spirulina	10%

## **Avaliação da Gerência das Unidades Produtivas do Projeto**

A gerência da unidade produtiva de água potável é classificada como Ótima por 75% dos cooperados, para a unidade de hortaliças a gerência é avaliada por 70% dos cooperados como ótima, a gerência da unidade de tilápia para 60% é Ótima ou Boa e a gerência da unidade de produção de spirulina apenas 35% dos cooperados afirmaram ser Boa.

Os moradores da comunidade têm acesso à água do dessalinizador e dispõe de uma quantidade por dia de forma controlada. E cada unidade produtiva dispõe de cooperados responsáveis, na qual eles trabalham em coletividade respeitando a hierarquia do projeto.

Em relação a aprovação dos cooperados, observa-se que o mesmo acontece com as

unidades produtivas do projeto. Quanto a gerência do projeto houve aprovação moderada para as unidades de da água potável, hortaliças e tilápia. E uma reprovação para unidade de spirulina. Tal reprovação justifica-se, como dito anteriormente, pela falta de conhecimento e divulgação dos benefícios da alga, não somente para quem trabalha com ela, mas para o beneficiado, a sociedade como um todo.

Tabela 5– Como o Sr. (a) classifica a gerência da unidade produtiva de:

<b>Resposta ÓTIMA ou BOA</b>	<b>Percentual</b>
Água potável	75%
Hortaliças	70%
Tilápia	60%
Spirulina	35%

### **Acesso aos Produtos do Projeto**

Dos cooperados que responderam, 95% afirma ter acesso à água potável, 100% confirmam ter acesso às hortaliças e 90% à tilápia.

Os dados demonstram que, praticamente, todos os cooperados têm acesso aos produtos da cooperativa Hidroçu. Por estarem trabalhando diretamente no local, torna-se livre o uso de todos os produtos. Apenas a spirulina não teve produção e não é um produto utilizado para subsistência.

Tabela 6– O Sr. (a) tem acesso aos seguintes produtos do projeto água:

<b>Resposta SIM</b>	<b>Percentual</b>
Água potável	95%
Hortaliças	100%
Tilápia	90%

### **Benefícios do Projeto para as famílias dos cooperados**

Com relação à pergunta se o projeto traz benefício para a família do cooperado, para 95% dos cooperados a unidade produtiva de água potável leva sim, para a unidade de hortaliças 100% dos cooperados afirmam que leva benefícios, para 95% a unidade de

tilápia traz benefícios e a unidade de produção de spirulina, na opinião de 75% dos cooperados, não traz nenhum benefício para sua família por estar em fase de pesquisa, mas acreditam que no futuro serão beneficiados. Além de prever uma forma de trabalho operacionalizada pelas próprias famílias da comunidade de forma coletiva, de modo que a relação dos mesmos veio a melhorar com o trabalho, um meio de geração de emprego e renda para a população local. Os mesmos praticando a conservação dos recursos hídricos e a práticas de gestão ambiental.

Tabela 7– Esta unidade produtiva traz algum tipo de benefício para sua família:

<b>Resposta SIM</b>	<b>Percentual</b>
Unidade de Água potável	95%
Unidade de Hortaliças	100%
Unidade de Tilápia	95%
Unidade de Spirulina	20%

### **Participações nas decisões do Projeto**

Para os cooperados, com relação a participação nas decisões, 75% afirmam que participam sim, para a unidade de hortaliças 90% dos cooperados afirmam que participam das decisões, 80% participam das decisões para a unidade de tilápia e 55% dos cooperados afirmam que não participam das decisões da unidade de produção de spirulina.

Verificou-se que a maior parte dos cooperados participa das decisões referentes às unidades produtivas. A de spirulina mostra ser a de menos participação. Com este dado pode se afirmar que a spirulina ainda é um assunto novo para os cooperados, mesmo que já estejam trabalhando há algum tempo, há pouco conhecimento sobre seu uso e benefícios, assim como o que a produção de tais algas pode trazer para a comunidade.

Tabela 8– O Sr (a) ou alguém da família participa das decisões da unidade produtiva:

<b>Resposta SIM</b>	<b>Percentual</b>
Unidade de Água potável	75%
Unidade de Hortaliças	90%
Unidade de Tilápia	80%
Unidade de Spirulina	45%

## Comercialização dos produtos das unidades produtivas

Com relação à participação dele ou de alguém da família na comercialização das hortaliças, 95% dos cooperados afirmam que participam sim; para a unidade de tilápia 80%, afirmam que participam da comercialização e 90% dos cooperados afirmam que não participam da comercialização da spirulina.

Os cooperados participam das comercializações dos produtos nas unidades de hortaliças e tilápia. Eles não participam da spirulina por não existir produção e água passou a ser comercializada a pouco tempo.

Tabela 9– O Sr(a) ou alguém da família participa da comercialização dos produtos da:

<b>Resposta SIM</b>	<b>Percentual</b>
Unidade de Hortaliças	95%
Unidade de Tilápia	80%
Unidade de Spirulina	10%

## Finalidade da existência do Projeto

O objetivo central do projeto “Água: Fonte de Alimento e Renda” era a conservação dos recursos hídricos, a partir do aproveitamento do rejeito de dessalinização, pela prática de ações sociais, ambientais e econômicas que proporcionassem o desenvolvimento de um modelo sustentável e replicável para outras regiões do semiárido.

Partindo da percepção dos cooperados e tendo como base os dados da pesquisa, para 90% dos cooperados o projeto deve existir para subsistência e para gerar renda, enquanto 10% afirma que o projeto deve existir apenas para gerar renda para comunidade. Para os cooperados, o projeto deve existir com as finalidades de subsistência e para gerar renda. Esse resultado demonstra que a comunidade quer utilizar os próprios produtos para seu consumo, além de gerar renda para todos, isso demonstra que o objetivo da população começa a mudar através de projetos como esse. De uma vida de subsistência para a geração de emprego e renda dos mesmos.

Tabela 10 – O Sr (a) acha que o projeto deve existir para:

<b>Resposta</b>	<b>Percentual</b>
Apenas para subsistência	0%
Para subsistência e gerar negócios	90%
Gerar negócios	10%

### **Benefícios do Projeto para a comunidade**

Com relação a pergunta se o projeto traz benefício igualmente para toda comunidade, para 35% dos cooperados a unidade produtiva de água potável é igual para todos, para a unidade de hortaliças 30% dos cooperados afirmam que os benefícios são iguais para todos e para 20% a unidade de tilápia traz benefícios iguais a todos da comunidade. Enquanto que 60%, 65% e 70% em cada unidade, respectivamente, afirmam que traz benefícios apenas para os cooperados.

Constatou-se que o projeto água: Fonte de alimento e renda, traz mais benefícios para os cooperados que para toda comunidade de Uruçu. Pois a minoria das pessoas na cooperativa acredita na igualdade dos benefícios para toda comunidade. A unidade de spirulina não foi avaliada, pois não apresentou produção.

O projeto vem proporcionando benefícios para a comunidade de Uruçu com ações inovadoras no processo de dessalinização, no desenvolvimento local com a geração de emprego e renda.

Tabela 11– O Sr (a) acha que o projeto traz benefício igualmente a todos da comunidade ou apenas para os cooperados:

<b>Resposta para toda comunidade</b>	<b>Percentual</b>
Unidade de Água potável	35%
Unidade de Hortaliças	30%
Unidade de Tilápia	20%

### **Conhecimento para a comunidade**

Com relação ao questionamento se o projeto trouxe conhecimento para a comunidade, todos os cooperados afirmaram positivamente. Demonstrando que houve mudanças

significativas no seu modo de vida, ao adquirir informações sobre as atividades de uma cooperativa e como trabalhar com sustentabilidade, os cooperados evoluíram e já utilizam este conhecimento em suas atividades.

O projeto atingiu plenamente seu objetivo ao levar conhecimento a comunidade de Uruçu, disseminando o conhecimento científico para aqueles que têm pouca informação ou quase nenhuma sobre a sustentabilidade numa comunidade.

Tabela 12– O Sr (a) acha que o projeto trouxe conhecimento para comunidade:

<b>Resposta</b>	<b>Percentual</b>
Sim	100%
Não	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### **Incentivo ao empreendedorismo para a comunidade**

Com relação à afirmativa de que o projeto trouxe incentivo para as pessoas da comunidade trabalharem e ganharem dinheiro, 65% dos cooperados concordam plenamente, enquanto 35% concordam parcialmente.

O projeto vem proporcionando o incentivo ao empreendedorismo para a população local, aumentando a renda e geração de emprego e conseqüentemente melhorando a qualidade de vida.

Tabela 13– O projeto ÁGUA trouxe incentivo para as pessoas trabalharem e ganharem dinheiro:

<b>Resposta</b>	<b>Percentual</b>
Concordo plenamente	65%
Concordo parcialmente	35%
Não concordo e não discordo	0%
Discordo parcialmente	0%
Discordo completamente	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

## Melhora na qualidade de vida

Com relação à afirmativa de que o projeto trouxe melhora para qualidade de vida das pessoas da comunidade, 75% os cooperados concordam plenamente, enquanto 20% concordam parcialmente.

O projeto atingiu o objetivo de melhorar a qualidade de vida na comunidade, pois, 95% dos cooperados concordam com a afirmativa.

Tabela 14– O projeto ÁGUA trouxe uma melhora para a vida das pessoas da comunidade:

<b>Resposta</b>	<b>Percentual</b>
Concordo plenamente	75%
Concordo parcialmente	20%
Não concordo e não discordo	0%
Discordo parcialmente	0%
Discordo completamente	0%
Não Sei	5%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

## Avaliação da Cooperativa

Na avaliação do trabalho realizado pela cooperativa, 65% dos cooperados afirmam que é Ótimo ou Bom, enquanto 35% afirmam ser regular. Embora aprovem o trabalho da cooperativa, existem pontos a serem melhorados.

Tabela 15 – Como o Sr. (a) avalia o trabalho da cooperativa:

<b>Resposta</b>	<b>Percentual</b>
Ótimo	10%
Bom	55%
Regular	35%
Ruim	0%
Péssimo	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

## **Avaliação da postura da comunidade em relação ao projeto**

Com relação a postura da comunidade de Uruçu em relação ao projeto, para unidade de água potável 55% dos cooperados aprovam, para unidade de hortaliças 75% aprovam e para unidade de tilápia 65% dos cooperados aprovam a postura da comunidade.

Verificou-se que a população assimilou melhor a unidade produtora de hortaliças, o que surpreendentemente ocorreu apenas em parte para unidade de água potável, que na visão do projeto é a unidade produtiva mais acessível do projeto, que mostrou um percentual menor que a unidade da tilápia.

Tabela 16– Como o Sr. (a) avalia a postura da comunidade de Uruçu em relação a unidade:

<b>Resposta ÓTIMA ou BOA</b>	<b>Percentual</b>
Unidade de Água potável	55%
Unidade de Hortaliças	75%
Unidade de Tilápia	65%

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo teve como objetivo identificar as percepções e quantificar o nível de atuação dos cooperados do Projeto Água: Fonte de Alimento e Renda. Pelos resultados obtidos se conclui que as características, atuações e objetivos do projeto trouxeram significativas contribuições aos cooperados, ou seja, as pessoas da comunidade que resolveram se envolver e participar do projeto.

Assim, o projeto trouxe mais conhecimento para as pessoas, uma maior consciência de preservação e cuidado com a natureza. Também disseminou a cultura empreendedora e a busca pela geração de renda. Possibilitou a participação nas tomadas de decisões dos projetos, contribuindo para a valorização das pessoas da comunidade e sua importância junto à comunidade.

O projeto auxiliou na melhora da qualidade de vida não só dos cooperados, mas também para a comunidade. A sustentabilidade do projeto foi questionada e para alguns ela não está garantida.

O trabalho da cooperativa, as inter-relações entre os cooperados e com a própria

universidade é vista como algo que foi extremamente importante para comunidade de Uruçu. Percebe-se que os cooperados têm uma visão exata dos problemas que cada unidade produtiva apresenta, como também caminhos para serem solucionados. Com isso, abre-se uma nova linha propositiva de trabalhos de pesquisas futuros.

## REFERÊNCIAS

BERKES, F. Sistemas sociais, sistemas ecológicos e direitos de apropriação de recursos naturais. In: VIEIRA, P. F.; BERKES, F.; SEIXAS, C. S. **Gestão integrada e participativa de recursos naturais: conceitos, métodos e experiências.** Florianópolis: APED & SECCO, 2005

BOUAMRANE, M.; ANTONA, M. Do ecodesenvolvimento à gestão viável de recursos renováveis: o exemplo das agroflorestas na Indonésia. In: VIEIRA, P. F.; RIBEIRO, M. A.; FRANCO, R. M.; CORDEIRO, R. C. (Orgs.). **Desenvolvimento e meio ambiente no Brasil: a contribuição de Ignacy Sachs.** Porto Alegre: Pallotti; Florianópolis: APED, 1998.

GODARD, O. A gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.). **Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental.** São Paulo: Cortez, 2002.

KALIKOSKI, D. C.; LAVKULICH, L. An analytical framework for the analysis of a co-management arrangement for conservation of coastal resources: the forum of the estuary of the Patos Lagoon in southern Brazil. In: VIEIRA, P. F. (Org.). **Conservação da diversidade biológica e cultural em zonas costeiras: enfoques e experiências na América Latina e no Caribe.** Florianópolis: APED, 2003.

POLICARPO, M. A.; SANTOS, C. R. Proposta metodológica de uma gestão integrada e participativa dos recursos naturais de uso comum: a contribuição da análise Trade-off. **Revista de estudos ambientais**, v.10, n. 2, p. 71-87, jul./dez. 2008.

VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.). Introdução geral: sociedades, natureza e desenvolvimento viável. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.). **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 2000.

VIEIRA, P. F. Conclusões. In: VIEIRA, P. F.; BERKES, F.; SEIXAS, C. **Gestão integrada e participativa de recursos naturais. Conceitos, métodos e experiências**. Florianópolis: APED & SECCO, 2005b.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 1980.

# **A UTILIZAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA PARA AVALIAR OS PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE DO BRASIL**

Laryssa de Almeida Donato<sup>1</sup> e Maria de Fátima N. Barbosa<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este artigo tem por objetivo descrever como o sensoriamento remoto poderá ser utilizado como uma ferramenta para avaliar os processos de desertificação no nordeste brasileiro. Nesse estudo se utilizou dos seguintes procedimentos metodológicos: método dedutivo, ou seja, partiu-se de teorias para embasar as conclusões; pesquisa bibliográfica e descritiva; abordagem interpretativa do aporte teórico que culminaram com as conclusões desse estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento remoto; Desertificação; Índice de vegetação.

**ABSTRACT:** This article aims to analyze how remote sensing can be used as a tool to assess desertification processes in northeastern Brazil. In this study we used the following methodological procedures: deductive method, broke theories to support the conclusions; bibliographic and descriptive research; interpretive approach the theoretical framework that led to the findings of the study.

**KEYWORDS:** Remote sensing; Desertification; Vegetation index.

---

1 Graduada em Direito pela FACISA. Especialista em Direito processual e do trabalho pela Anhaguera- UNIDERP. Graduada em Administração de Empresas pela Universidade Estadual da Paraíba. Especialista em Auditoria Fiscal e Contábil pela FACISA. Advogada. Campina Grande, Paraíba, Brasil. Fone: (83) 98805-0500. Email: laryssadonato@gmail.com.

2 Doutora em Recursos Naturais pela UFCG/PPGRN. Professora da UFCG/CCJS/UACC/SOUSA/ PARAÍBA/ BRASIL. Pesquisadora em Projeto de Pesquisa em Direito de Águas financiado pelo CNPq. Email: mfnbarbosa@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

A ocorrência de mudanças climáticas no globo terrestre, juntamente com o aquecimento global tem provocado a expansão das áreas em processos de desertificação, nas quais o Nordeste do Brasil está inserido, levando vários cientistas a buscar técnicas de sensoriamento remoto para realizar estudos da vegetação, água, solos e paisagens urbanas inseridos nas áreas em processos de desertificação no Nordeste do Brasil.

Este artigo tem por objetivo analisar como o sensoriamento remoto poderá ser utilizado como uma ferramenta para avaliar os processos de desertificação no nordeste brasileiro.

### **Sensoriamento remoto como ferramenta para avaliar os processos de desertificação**

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNITED NATIONS, 2001) conceituou a desertificação como o “processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas”. Segundo referida Convenção as áreas do nordeste brasileiro sujeitas a desertificação foram delimitadas de acordo com pressupostos que utilizam como referência a classificação climática de Thornthwaite (1941). Esta classificação é baseada no Índice de Aridez (Tabela 1), que corresponde à razão entre as médias anuais de precipitação e evapotranspiração potencial (MMA, 2004).

Tabela 1 - Classificação da susceptibilidade à desertificação em função do índice de aridez

<b>Índice de Aridez</b>	<b>Suscetibilidade à Desertificação</b>
0,05 a 0,20	Muito Alta
0,21 a 0,50	Alta
0,50 a 0,65	Moderada

Fonte: Matallo Jr. (2001).

Segundo Santos e Santos “O sensoriamento remoto possui importantes ferramentas, que aplicadas no estudo das transformações do ambiente oferece elementos capazes de

subsidiar informações que podem viabilizar o planejamento e a detecção de mudanças ocorridas em determinados cenários” (SANTOS; SANTOS, 2010).

Para Carvalho (2001), o sensoriamento remoto é uma ferramenta imprescindível para o monitoramento e controle do processo de desertificação, em virtude da resolução espaço-temporal dos sensores, da possibilidade de uma maior escala de estudo, além da possibilidade de obtenção de dados de forma gratuita, bem como, da elaboração do monitoramento de numa abordagem multi escala, que permite visualizar o processo como um todo ou porções menores, de uma maneira dinâmica e compatível com as necessidades de informações e as disponibilidades de tempo e de recursos.

Segundo entendimento de Matallo Jr. (2001), apesar das técnicas de sensoriamento remoto serem utilizadas para o estudo da desertificação, existe uma ausência de métodos de estudos universalmente aceitos, além de uma carência de métodos confiáveis para a identificação dos processos de desertificação.

Observa-se a importância do sensoriamento remoto como ferramenta para avaliar os processos de desertificação no instante em que se verifica que um dos quatro indicadores recomendados pela ONU para avaliar o problema é o índice de vegetação derivado de imagens de satélite, o chamado NDVI (Índice de Vegetação de Diferença Normalizada), que monitora e avalia o processo de desertificação através de imagens remotamente detectadas.

O Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), escolhido por Rouse et al. (1973), arrola as refletâncias do vermelho e do infravermelho próximo (NIR), demonstrando as bandas do Vermelho e Infravermelho acessível nas imagens do sensor MODIS.

O referido índice, conforme entende Folhes (2007) “é aplicado na identificação e caracterização da distribuição espacial da vegetação ou sua ausência ao longo do tempo”.

Para Poelking et al. (2007) “os valores de NDVI variam entre -1 e 1, onde valores negativos representam nuvens, valores próximos de zero representam solo nu ou sem vegetação, e valores próximo de 1 indica maior grau de verde, que pode ser usado para determinar vegetação em pleno vigor de crescimento ou vegetação densa”.

O sensoriamento remoto tem sido uma poderosa ferramenta utilizada na obtenção, análise e manipulação de dados geográficos capazes de auxiliar na delimitação de áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no nordeste brasileiro.

Galindo (2007) entende que, “a maioria das características/atributos dos solos do semiárido contribui para uma alta susceptibilidade à erosão”.

Sampaio (2002) realizou uma revisão sobre grupos de trabalhos e suas propostas de mensuração da desertificação no Brasil, em que ressaltou as propostas de Ferreira et al. (1994) e Rodrigues et al. (1995) seguidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), como proposta de medidas oficiais da desertificação no Brasil. Com base nessa revisão e nos trabalhos de Sá et al. (1994) e de Torrico (1994) elaborou um mapa de desertificação classificando as áreas em muito grave, grave e moderado.

Com base no referido mapeamento, observou-se que estes se basearam em imagens de satélites, dados de campo e indicadores dos processos de desertificação, não se salientou, contudo, a importância dos tipos de solos, bem como a vulnerabilidade destes em função de suas características pedogenéticas e espectrais no melindre dos processos de degradação, uma vez que existe intensa relação entre a cobertura vegetal, os tipos de solos e seus comportamentos espectrais, sendo o sensoriamento remoto uma ferramenta importantíssima na indicação de áreas em processos de desertificação.

No que diz respeito ao nordeste do Brasil, a resposta espectral do solo depende dos atributos do solo, pois com relação a solos arenosos, as imagens multiespectrais apresentam cores em tons de cinza claros. Já caso de solos argilosos ou com maior quantidade de matéria orgânica, as imagens aparecem em tons de cinza escuros.

Segundo Huete et al. (1985), “a reflectância do solo tem influência marcante na avaliação e caracterização de áreas vegetadas”.

Bauer et al. (1981) e Ahlrichs e Bauer (1983), afirmam que “o tipo de solo, bem como suas características, influenciam a reflectância do dossel de algumas culturas, principalmente durante o período inicial de desenvolvimento, quando ocorre a maior porcentagem de solo exposto”.

A paisagem natural do nordeste brasileiro é marcada pelo uso desregulado da água, bem como, com a ocupação desordenadas das paisagens urbanas, seja para atividades mineradoras, seja com intenso desmatamento da vegetação para ampliação de pastagens e áreas de cultivo, o que tem ocasionada a perda do potencial das águas e dos solos, elevação da aridez, elevação da temperatura e conseqüentemente a desertificação.

A ocupação de terras para uso de moradia, atividades agropastoris, mineradoras, urbanas, industriais, entre outras, é uma pratica que ocorre de forma insustentável e, aliada às condições ambientais, potencializa a vulnerabilidade ao processo de desertificação, uma vez que referido processo tem relação direta com as formas de exploração e técnicas de manejos inadequadas, o que compromete o equilíbrio do ambiente, acarretando conseqüências lesivas.

Segundo o ECO 92 (in: EMBRAPA, 1995), “a degradação está relacionada com a desertificação da fauna e flora, bem como com a degradação e desnudação do sol, acelerando assim o processo de salinização, erosão e voçorocamento; associada também à degradação de redes hidrográficas e desequilíbrio no ciclo hidrológico (como secas e enchentes), potencializados pela perda da cobertura vegetal e contaminação de águas subterrâneas; acresce a decadência da infraestrutura econômica e social, atrelados à qualidade de vida das populações que habitam essas áreas afetadas pela seca e desertificação”.

Por fim, podemos concluir que o nordeste do Brasil possui elementos naturais que demandam manejos adequados e o sensoriamento remoto, seja ele da vegetação, água, solos e paisagens urbanas, surge como uma ferramenta fundamental no auxílio da luta contra a desertificação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O método de pesquisa a ser utilizado nessa pesquisa foi o método dedutivo, pois é o mais apropriado quando parte-se de teorias para embasar as conclusões. Esta pesquisa foi do tipo bibliográfica.

Quanto à interpretação e tratamento dos dados coletados, estes constituem o núcleo central da pesquisa, e nos dizeres de Best (1972, p.152), "representa a aplicação lógica dedutiva e indutiva do processo de investigação", sendo importante, uma vez que proporcionam respostas às investigações. Desta forma, se dará uma abordagem qualitativa, através da técnica de análise de conteúdo, que “é a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir do quadro 1, se identifica como diferentes pesquisadores observam o sensoriamento remoto como uma ferramenta utilizada na avaliação dos processos de desertificação no nordeste brasileiro.

Quadro 1- Posicionamento dos autores acerca da contribuição do sensoriamento remoto para processos de desertificação

Thornthwaite	Estabeleceu áreas do nordeste brasileiro sujeitas a desertificação de acordo com pressupostos que utilizam como referência a classificação climática.
Carvalho	Entendeu que o sensoriamento remoto é uma ferramenta imprescindível para o monitoramento e controle do processo de desertificação, em virtude da resolução espaço-temporal dos sensores e da possibilidade de uma maior escala de estudo, além da possibilidade de obtenção de dados de forma gratuita, bem como, da elaboração do monitoramento de numa abordagem multi escala.
Folhes	Afirmou que o sensoriamento remoto é aplicado na identificação e caracterização da distribuição espacial da vegetação ou sua ausência ao longo do tempo.
Poelking <i>et al</i>	Apreendeu que os valores de NDVI variam entre -1 e 1, onde valores negativos representam nuvens, valores próximos de zero representam solo nu ou sem vegetação, e valores próximo de 1 indica maior grau de verde.
Sampaio <i>et al</i>	Elaborou um mapa de desertificação classificando as áreas em muito grave, grave e moderado.

Fonte: Pesquisa Bibliográfica (2015).

Conforme observamos na pesquisa bibliográfica realizada, as áreas do nordeste brasileiro sujeitas a desertificação foram delimitadas de acordo com pressupostos que utilizam o sensoriamento remoto, sendo este uma poderosa ferramenta utilizada na obtenção, análise e manipulação de dados geográficos capazes de auxiliar na delimitação de áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação.

## CONCLUSÃO

As técnicas de sensoriamento remoto surgiram ao longo de um processo histórico, bem como, a tomada de consciência sobre problemas ambientais, crises econômicas e desigualdades sociais.

Por ser um conceito complexo e contínuo, surgem diferentes abordagens que tentam entender e explicar a sustentabilidade.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo analisar como o sensoriamento remoto poderá ser utilizado como uma ferramenta para avaliar os processos de desertificação no nordeste brasileiro, mapeando trabalhos significativos sobre o assunto, caracterizando e identificando os desafios.

Dessa forma, concluímos que o emprego das técnicas de sensoriamento remoto proporciona viabilidade no estudo de áreas susceptíveis ao processo de desertificação, uma vez que oferece a oportunidade de observarem-se os diferentes estágios da vegetação, bem como, uma percepção do solo, funcionando como um importante instrumento para tomada de decisões e tentativas de apaziguar os efeitos da desertificação.

## REFERENCIAS

AHLRICH, J. S.; BAUER, M. E. Relation of agronomic and multispectral reflectance characteristics of spring wheat canopies. **Agronomy Journal**, v. 75, p. 987-993, 1983.

BAUER, M. E.; DAUGHTRY, C. S. T.; VANDERBILT, V. C. Spectral –agronomic relationships of maize, soybean, and wheat canopies. In: Proc. Int. Colloquium on Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Avignon, 1981. **proceeding...** 1981, p. 261-272.

BEST, J. W. **Como investigar en educación**. 2. ed. Madrid: Morata, 1972.

CARVALHO, V. C. Abordagem multiescala para o monitoramento de indicadores do processo de desertificação. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2001, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 1539-1551. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.24.09.07/doc/1539.1551.161.pdf>> Acesso em: 12 out. 2015.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Gestão Territorial Estratégica para Agricultura Sustentável**. Disponível em: <<http://www.sgte.embrapa.br/institucional/publicacao/20120616FatorBrasil.html>> Acesso em: 12 out. 2015.

FERREIRA, D. G.; MELO, H. P.; NETO, F. R. R.; NASCIMENTO, P. J. S.; RODRIGUES, V. Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste do Brasil: diagnósticos e perspectivas. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza-CE. **Anais...** Brasília: Fundação Esquel Brasil. p.7-55.

FOLHES, M. T. **Modelagem da evapotranspiração para a gestão hídrica de perímetros irrigados com base em sensores remotos**. 2007. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2007.

GALINDO, I. C. L. **Relação solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no estado de Pernambuco**. 255 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007.

HUETE, A. R.; JACKSON, R. D.; POST, D. F. Spectral Response of a Plant Canopy with Different Soil Background. **Remote Sensing of Environment**, v. 17, p. 37-53, 1985.

MATALLO JR., H. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas**. Cadernos da UNESCO Brasil, série Meio Ambiente e Desenvolvimento, v. 2. Brasília: Unesco, 2001.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Programa de ação nacional de combate à Desertificação e mitigação dos efeitos da seca. Edição comemorativa 10 anos da UNCCD**. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos. 220p. 2004. Disponível em:< [http://www.iicadesertification.org.br/attachments/category/8/PAN\\_BRASIL.pdf](http://www.iicadesertification.org.br/attachments/category/8/PAN_BRASIL.pdf)> Acesso em 10 out. 2015

RODRIGUES, V.; MATALLO JÚNIOR, H.; LINHARES, M. C.; GALVÃO, A. L. C.; GORGÔNIO, A. S. **Avaliação do quadro de desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas**. In: GOMES, G. M.; SOUZA, H. R.; MAGALHÃES, A. R. Desenvolvimento sustentável no Nordeste. Brasília, IPEA. 1995.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3, Washington, 1973. **Proceedings...** Whashington: NASA, 1974, v.1, p.309-317, 1973.

SÁ, I. B.; RICHÉ, G. R.; FOTIUS, G. A. Degradação ambiental e reabilitação no trópico semi-árido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA DESERTIFICAÇÃO. 1994, Fortaleza- CE. **Anais...** Brasília: Fundação Grupo Esquel Brasil, p.310-331.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y. Documento 1. **Desertificação: conceitos, causas, conseqüências e mensuração in Avaliação de Tecnologias Atuais e Alternativas em Áreas em Processo de Desertificação no Semi-árido Nordeste Brasileiro.** FINEP. Recife. 2002.

SANTOS, A. L. C.; SANTOS, F. Mapeamento das Classes de Uso e cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Vaza-Barris, Sergipe. **Revista Multidisciplinar da UNESP – Saber Acadêmico** - n ° 10 - Dez. 2010/ ISSN 1980-5950.

SPADOTTO, C. **Gestão territorial estratégica para agricultura sustentável.** Disponível em: < <http://www.agriculturasustentavel.org.br/artigos/gestao-territorial-estrategica-para-agricultura-sustentavel>> . Acesso em: 4 out. 2015.

POELKING, E. L.; LAUERMANN, A.; DALMOLIN, R. S. D. Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis.

THORNTHWAITE, C.W.; HOLZMAN, B. Evaporation and transpiration. In: **Climate and Man: Yearbook of Agriculture**, 1941, Washington: U.S. Department of Agriculture, p.545-550.

TORRICO, E.M. Uso atual e perspectiva de uso potencial sustentável dos recursos naturais renováveis do nordeste. Brasília, Projeto Áridas. **Uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste.** 1994, 211p.

UNITED NATIONS (UN). **The Convention to Combat Desertification.** United Nations: New York. ONU. 2001.



# **ABORDAGEM DIDÁTICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM ENFOQUE ECOSISTÊMICO DIRECIONADO AO ENSINO TECNOLÓGICO**

Lucila Karla Felix Lima de Brito<sup>1</sup>, José Aécio Alves Barbosa<sup>2</sup>,  
Carlos Antônio Costa dos Santos<sup>3</sup>

**RESUMO:** Ecossistemas são unidades que contemplam tanto organismos vivos quanto o ambiente que os cerca, bem como as relações que se estabelecem mutuamente entre eles. A quebra do equilíbrio dinâmico de um ecossistema culmina em degradação ambiental, e para entender esse modelo de alteração faz-se necessária uma abordagem didática com enfoque ecossistêmico. O presente estudo objetivou analisar a aplicação desse enfoque em um cenário conhecido à estudantes do semiárido, bem como discutir a eficiência dessa aplicação. Os resultados demonstram a eficiência dessa metodologia, fazendo-se necessária sua aplicação em demais cenários para melhor avaliação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecossistemas; Degradação; Semiárido.

## **DIDACTICAL APPROACH OF THE ENVIRONMENTAL DEGRADATION ON BRAZILIAN SEMIARID AT THE TECHNOLOGICAL EDUCATION: AN ECOSYSTEMIC VIEW**

**ABSTRACT:** Ecosystems are units which include both living organisms and the environment that surrounds them and the relationships that are mutually established between them. The breaking of the dynamic balance of an ecosystem culminates in environmental degradation, and to understand this model is necessary a didactic approach to ecosystem approach. This study aimed to analyze the application of this approach in a setting known to students of the semi-arid and discuss the efficiency of this application. The results demonstrate the effectiveness of this methodology, making necessary its application in other scenarios to better evaluation.

**KEYWORDS:** Ecosystem; Degradation; Semiarid.

---

1 Bióloga, Professora do Instituto Federal de Educação da Paraíba, IFPB, Princesa Isabel – PB. Fone: (0xx83) 9991-920331, lucila.brito@ifpb.edu.br.

2 Biólogo, Professor da Secretaria de Educação de João Pessoa, SEDEC, João Pessoa – PB. Doutorando, Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais – PPGRN/ Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB.

3 Físico, Professor da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB.

## INTRODUÇÃO

A degradação ambiental coloca em risco as atividades e o bem-estar da humanidade. Odum (1988), em sua publicação clássica, alerta sobre o risco dessa degradação, uma vez a espécie humana é heterótrofa e fagotrófa, de modo localizar-se nas extremidades de complexas cadeias alimentares e, assim, depender de processos ecossistêmicos para sua sobrevivência. O mesmo autor apresenta a definição de ecossistema com sendo:

“[...] qualquer unidade que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto [...], numa dada área, interagindo como o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de matérias entre as partes vivas e não-vivas [...]” (ODUM, 1988. 9p.).

Do ponto de vista ecossistêmico, a degradação ambiental pode ser definida como o processo de empobrecimento do capital natural (recursos e serviços ambientais), em vista ao uso acelerado pela humanidade (TYLER; SPOOLMAN, 2012). O entendimento do processo de degradação ambiental pode ser aumentado por meio do enfoque ecossistêmico. Este, de maneira geral, procura entender e avaliar como as pessoas usam e como isso afeta o funcionamento e a produtividade dos ecossistemas, visando esclarecer a dinâmica ambiental, bem como as relações entre o ambiente natural e o ambiente antrópico (PHILIPPI; SILVEIRA, 2004). Sendo possível, a partir de um enfoque ecossistêmico sobre a degradação ambiental, estabelecer um modelo didático para identificação das pressões antrópicas, dos componentes ecossistêmicos envolvidos, contribuindo para a conscientização sobre a problemática ambiental, sobretudo, em regiões de alta vulnerabilidade.

Esse é o caso do Semiárido Brasileiro (SAB), que abrange uma área de cerca de 900.000 km<sup>2</sup>. O SAB abriga cerca de 28 milhões de pessoas (MOREIRA, 2006), as quais convivem com diversas manifestações de degradação ambiental, tais como a desertificação, a escassez de recursos hídricos e a erosão genética (LEAL et al., 2005). Para o enfrentamento desses problemas ambientais, faz-se necessária a capacitação de profissionais que atuam na área de meio ambiente para identificar a dinâmica ambiental e os vetores de desequilíbrio ecológico envolvidos em um processo de degradação ambiental.

Diante do exposto, este trabalho objetivou discutir a eficiência de uma metodologia didática com enfoque ecossistêmico para abordagem da temática da degradação ambiental no SAB junto a graduandos de um curso de Tecnologia em Gestão Ambiental.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

O município de Princesa Isabel está localizado na região Oeste do Estado da Paraíba, limitando-se a Oeste com São José da Princesa e Manaíra, a Norte Nova Olinda, Pedra Branca e Boa Ventura, a Leste Tavares e ao Sul com Flores em Pernambuco. A população local é de 21.283 habitantes e o IDH é de 0,606. De clima semiárido e inserido no Bioma Caatinga, o município ocupa uma área de 379,1km<sup>2</sup>, com sede elevada 680m e coordenadas geográficas de 37°59'34''W /07°44'13''S. O regime pluviométrico, além de baixo é irregular com médias anuais em torno de 789,2mm/ano e mínimas e máximas de 287,4 e 2395,9 mm/ano respectivamente. (IBGE, 2010). No dia 14 de outubro de 2015, um decreto estadual (Decreto Nº 36.253) estabeleceu o município de Princesa Isabel como em situação de emergência, devido à estiagem (PARAÍBA, 2015).

### **Caracterização dos sujeitos**

Os sujeitos de trabalho são discentes do 4º período do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, campus Princesa Isabel, matriculados na disciplina de Gestão de Recursos Naturais. Todos os sujeitos se encontravam na faixa entre 18 e 25 anos e no município de Princesa Isabel (PB) ou em municípios adjacentes.

### **Abordagem metodológica**

Este trabalho é uma pesquisa qualitativa e se utiliza da metodologia de estudo de caso, por meio de uma técnica de observação direta intensiva, a observação participante. Assim, o trabalho consistiu nas seguintes etapas: planejamento e elaboração de material didático, realização de atividade didática e avaliação da atividade didática. A análise da

abordagem empregada consistiu no relato da experiência por parte do pesquisador de campo, bem como avaliação da aprendizagem dos discentes.

O trabalho foi conduzido na disciplina de Gestão de Recursos Naturais, na unidade de Conservação e Preservação, sobre o tema Conservação da Biodiversidade e assunto Degradação Ambiental. O assunto foi abordado em um período de 4 horas/aulas, corridas, sendo que, a última hora/aula foi dedicada a apresentação de um documentário para fomentar uma discussão sobre o conflito entre abordagens de conservação.

No planejamento da atividade, esta foi subdivida em seis tópicos: definições legais, diferenças entre as abordagens conservacionistas e preservacionistas, evolução das estratégias de conservação, dinâmica ambiental, desequilíbrio ambiental e degradação ambiental.

Projetou-se uma abordagem contextualizada, que adotasse um exemplo relacionado a conservação. Para isso, utilizou-se um modelo gráfico animado de sistema aberto, baseado em Odum (1988), para apresentar os conceitos de ambiente natural, ambiente antrópico, equilíbrio ambiental, desequilíbrio ambiental, degradação ambiental, resiliência e capacidade de suporte. A animação foi realizada com o uso de ferramentas de PowerPoint Microsoft®. Foi planejado o uso dos recursos didáticos de explanação oral e Aprendizagem Baseado em Problema (ABP). Cada etapa tomou cerca de 1,5 hora/aula. Tanto para a explanação oral quanto para o ABP foi planejado o subsídio por recurso multimídia (datashow). Com isso, pretendeu-se beneficiar a imersão do discente em um tema árido, em vista da abstração dos conceitos.

A atividade didática foi realizada no dia 09 de novembro de 2015, no turno noturno. Participaram cinco docentes. Os tópicos planejados foram abordados e o exemplo empregado correspondeu a Áreas de Preservação Permanente (Margens do Rio Paraíba - PB). No ABP, foi dado um período de vinte minutos para que os docentes refletissem sobre os conceitos abordados e os empregassem para discutir exemplos de degradação ambiental ao nível local. Após esse período, cada aluno foi convidado a explicar o exemplo levantado, com base no modelo didático apresentado. Cada apresentação foi realizada por um período de cerca de vinte minutos. Toda a atividade foi subsidiada com material multimídia.

A avaliação da atividade didática foi realizada após quinze dias. Nesta, foi aplicado um questionário dinâmico, a fim de identificar a apreensão dos discentes dos conceitos apresentados. Para isso, foi solicitado aos discentes que, individualmente, conceituassem os termos ambiente natural, ambiente antrópico, equilíbrio ambiental, desequilíbrio ambiental, degradação ambiental, resiliência e capacidade de suporte. Em seguida, foi solicitado que estes repassem suas definições, as quais foram redigidas na lousa e

avaliadas coletivamente. Inicialmente, não foi revelado os autores de cada definição, porém, no decorrer do debate, os autores foram revelados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

*Planejamento da atividade didática:* a atividade didática visou esclarecer a importância de ações de preservação e conservação, sobretudo por meio do estabelecimento de áreas protegidas, a fim de evitar a perda da biodiversidade. Para isso, apresentou conceitos básicos relativos ao tema. Ainda, a fim de enfatizar a necessidade de conservação de ecossistemas inteiros, por meio do estabelecido de áreas protegidas, procurou-se demonstrar o processo de degradação ambiental por meio de um modelo gráfico animado. Esse enfoque visou estimular o entendimento de que o homem é parte do ecossistema e, desse modo, dependente de seu equilíbrio (ODUM, 1988).

O modelo didático utilizado foi baseado no proposto por Odum (1913-2002), o qual, por sua vez, toma por base os trabalhos do biólogo Bertalanffy (1901-1972) e do físico Prigogine (1917-2003). Além de influenciar as Ciências Ambientais, os trabalhos desses autores têm influenciado diversos outros campos do conhecimento, como a informática e, conseqüentemente, a vida contemporânea. Conforme Bertalanffy (2009), um sistema aberto é aquele no qual há troca de matéria com o meio ambiente, cuja estabilidade se mantém com base na manutenção da distância da estabilidade física. Tal manutenção se dá pela ação de estruturas dissipativas, as quais excluem a desordem (calor) do sistema e, desse modo, emerge-se a organização, em oposição a segunda lei da termodinâmica (PRIGOGINE; GLANSDORFF, 1997). A estabilidade dos sistemas abertos é denominada de equilíbrio dinâmico. Nas Ciências Ambientais, o equilíbrio dinâmico corresponde ao equilíbrio ambiental (AUMOND et al., 2012). Esse estado de equilíbrio, entretanto, não é estanque, de modo que um ecossistema pode retornar a um estado de equilíbrio distinto a cada perturbação (HOLLING, apud ODUM, 1988). Essa capacidade de retorno a um estado de equilíbrio dinâmico, seja inicial ou não, é denominada de resiliência ou elasticidade (ODUM, 1988).

Outro conceito chave para o entendimento da degradação ambiental, sob o enfoque ecossistêmico, é o de capacidade de suporte. Odum (1988) conceituou a capacidade de suporte como a quantidade máxima de biomassa que pode ser sustentada em condições de altas taxas de respiração e baixa taxa de crescimento, observada em ecossistemas comple-

xos. Tendo em vista que respiração se refere a queima de energia e, o crescimento, ao acúmulo de matéria, o autor extrapolou esse conceito para ecossistemas urbano-industriais e agroecossistemas. Assim, a biomassa, portanto, equivale às estruturas - tanto físicas como socioeconômicas, das cidades, indústrias e sistemas agrícolas.

A fim de ilustrar essas ideias, o modelo consiste em dois quadrados sobrepostos: um maior, com linhas hachuras e um menor, com linhas inteiras. Essa figura representa um sistema aberto. Associada a essa figura, foram dispostas setas, na direção de entrada (verde) e saída (vermelha) dos quadrados, além de uma seta que estabelece uma conexão com o próprio sistema (verde escura), a fim de representar o processo de retroalimentação que permite a organização do sistema aberto. Na ilustração, as entradas correspondem a energia, o que também ocorre em sistemas fechados, e matéria, o que ocorre apenas em sistemas abertos. Do mesmo modo, as saídas também correspondem à energia e matéria (Figura 1).

Com esse modelo gráfico, buscou-se ilustrar que os sistemas ambientais são sistemas abertos, os quais permanecem em equilíbrio dinâmico. Isso implicaria dizer que o equilíbrio ambiental é um equilíbrio dinâmico.

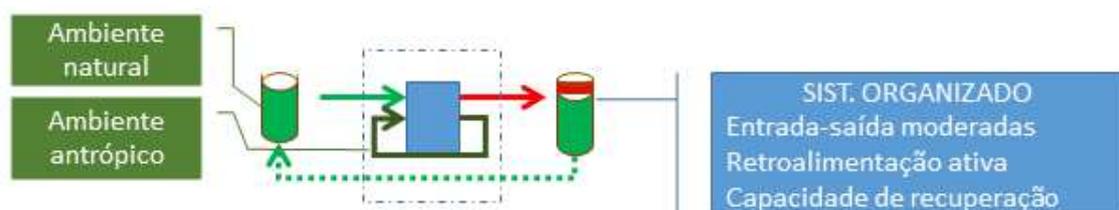
Figura 1- Representação de um sistema aberto e sua aplicação ao ambiente natural e ao ambiente antrópico



A partir dessa noção, é discutida a dinâmica ambiental, por meio da interação entre o ambiente natural e o ambiente antrópico. Para isso, utilizou-se o mesmo modelo, acrescido de cilindros antes e depois da entrada e saída. Esses cilindros corresponderiam ao ambiente natural, enquanto que o quadrado corresponderia ao sistema antrópico. Para melhor ilustração dessa interação, o capital natural foi representado como o conteúdo dos

cilindros. As setas permitiriam visualizar a interação entre esses ambientes. Cabe salientar que as saídas do ambiente antrópico são, também, dispostas no ambiente natural e, estas são energia e matéria na forma de resíduos. A fim de representar o equilíbrio ambiental, as setas de entrada e saída são apresentadas com uma dada espessura e é ilustrada uma seta, em verde, que demonstra a recuperação do ambiente natural ao estado inicial (ou próximo a este), após a disposição de resíduos no ambiente, ou seja, após a perturbação pelos processos do ambiente antrópico (Figura 2).

Figura 2- Representação das interações entre o ambiente natural e o ambiente antrópico

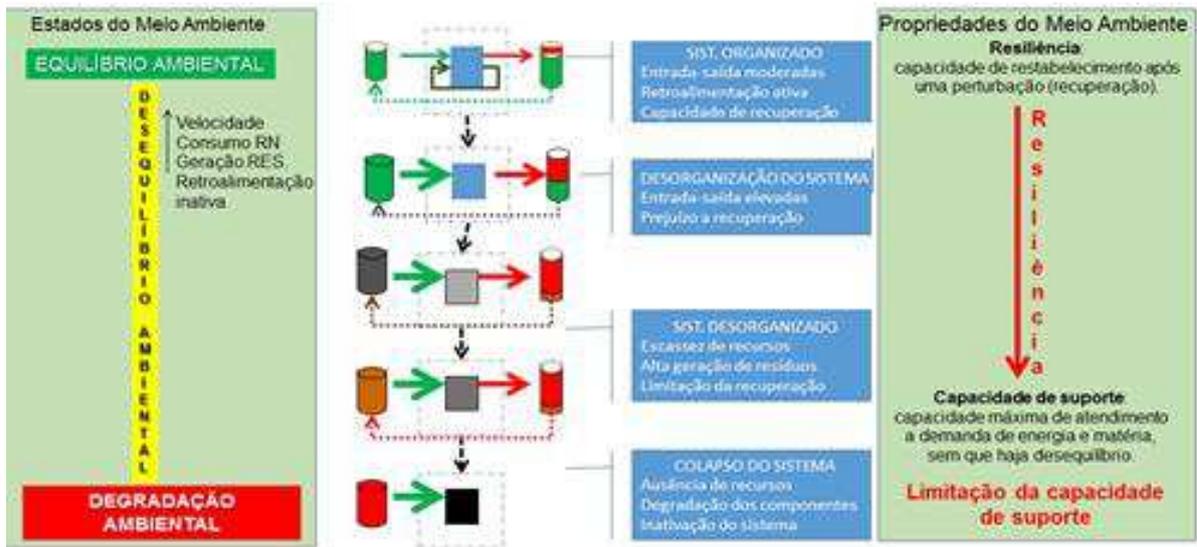


A partir da ilustração da dinâmica ambiental, a ilustrar o processo de degradação ambiental. Para isso, empregou-se ferramentas para animação do modelo. Assim, fazendo-se uso do artifício de alteração na coloração das ilustrações dos ambientes natural e antrópico, do aumento da espessura das setas de entrada e saída, bem como por meio da redução gradativa da velocidade de aparecimento da seta de recuperação, foram demonstrados a redução na capacidade de resiliência e na capacidade de suporte, tanto no meio natural como no meio antrópico (Figura 3).

A fim de estabelecer o enfoque ecossistêmico a degradação ambiental, correlacionou-se o processo gradativo de limitação da capacidade de resiliência com o processo de desequilíbrio ambiental que culminaria com a degradação ambiental, relacionada com a perda da capacidade de suporte de um ecossistema.

A fim de correlacionar o modelo a um exemplo real, utilizou-se uma área de APP. Uma ilustração com a representação do uso do solo respeitando-se os limites de APP exemplificou o estado de equilíbrio ambiental, no qual o uso do espaço (matéria) estabelecia fluxo de energia e ciclagem de materiais moderados no ambiente antrópico. Uma vez que a vegetação permite a recarga da água subterrânea e a estabilização do solo, a manutenção do componente biótico desse ecossistema contribui para preservação do capital natural adjacente, o curso d'água. Já o processo de desequilíbrio ambiental foi exemplificado pela remoção de parte da cobertura vegetal para destinação à atividade agrícola, o que aumentaria a velocidade da ciclagem de matéria, na forma de água.

Figura 3- Representação do processo de degradação ambiental, redução da resiliência e transpasse da capacidade de suporte do ecossistema



Com a permanência e/ou ampliação da área exposta à precipitação, ao longo do tempo, haveria o carreamento de sedimentos para o corpo d'água, além de outras perturbações. Por fim, a degradação ambiental é exemplificada pelo assoreamento do corpo d'água associado, em função do acúmulo de sedimentos provenientes da área cuja a cobertura vegetal foi removida. A partir do modelo, discutir-se-ia que essa degradação afetaria a capacidade de suporte, tanto do ambiente natural, como do ambiente antrópico, já que limita a vazão do corpo d'água e a disponibilidade de água para a atividade agrícola (Figura 4).

Figura 4- Representação do processo de degradação ambiental aplicado ao Rio Paraíba, com perda da mata ciliar e assoreamento por erosão das margens



*Realização da atividade didática:* na realização da atividade didática, deu-se execução ao planejamento realizado, com a apresentação em Microsoft® Power Point, incluindo o uso do modelo didático. A fim de contribuir para a fixação e contextualização dos conceitos, esta, seguiu-se a atividade de ABP. Nesta, a partir do modelo, os alunos deveriam discutir o processo de degradação ambiental, com exemplos do semiárido, trazidos pelos próprios. A Tabela 1 apresenta os exemplos propostos.

Tabela 1- Resultado da atividade de ABP, com base no modelo didático discutido

<b>Degradação</b>	<b>Causa</b>	<b>Avaliação</b>
Desertificação	Pecuária	O processo foi bem descrito e localizado no semiárido.
Redução de corpo d'água	Indústria, agricultura e abastecimento público e privado.	O processo foi bem descrito, com base em exemplo real e a discussão trouxe a interação de diversos fatores
Esgotamento de nascentes	Remoção de mata ciliar e urbanização	O processo foi bem descrito, embora o discente apresentasse sinais de nervosismo
Eutrofização	Construção de barragem de grande reservatório, para hidrelétrica.	O processo foi regularmente descrito, embora não tenha sido usado os conceitos trabalhados em aula, devido a ausência do aluno durante a explanação. Ainda, o exemplo foi retirado do bioma Amazônia.
Erosão de encostas	Agricultura	O processo foi bem descrito, utilizando exemplos locais e detalhando o papel da cobertura vegetal e os fatores que levam a escolha inadequada da área.

A partir desses exemplos, observa-se que, a exceção de um, os alunos conseguiram identificar o estado de equilíbrio ambiental, o processo de desequilíbrio e uma degradação ambiental, a partir da problemática local. Os alunos foram estimulados a usar os conceitos de resiliência e capacidade de suporte em suas apresentações e, três deles

demonstram uma apreensão satisfatória desses, em função da explanação oral apresentada. Entretanto, inicialmente, todos os alunos transpareceram o entendimento de que o equilíbrio ambiental seria equivalente ao ambiente natural. Isto é, os cenários apresentados como equilibrados ambientalmente excluía a presença de atividades humanas e, para que isso fosse percebido pelos discentes, era necessária a intervenção docente.

A partir dessa observação, é possível sugerir que a noção de meio ambiente equilibrado no grupo avaliado remonta a ideia de natureza intocada (TYLER; SPOOLMAN, 2012). Essa noção poderia influenciar na atuação profissional do grupo, o qual poderia ter dificuldade em conduzir a gestão ambiental em atividades humanas ou, ainda, de incluir comunidades humanas na gestão de áreas protegidas.

*Avaliação da atividade didática:* na atividade de avaliação da aprendizagem, participaram três dos cinco alunos que acompanharam a atividade didática. Destes, um definiu e correlacionou os conceitos de modo excelente ao discutido na atividade didática apresentada. Os demais apresentaram uma conceituação de modo suficiente, no tocante a recuperação dos conceitos trabalhados.

Segundo Sato (2000), o processo educativo eficiente é aquele que se dá de forma permanente, e este, deve estar sempre ocorrendo num *continuum* do tempo e do espaço, configurando a chamada Educação Continuada. Nesse sentido, a abordagem ecossistêmica tem um papel preponderante na formação e moldagem de muitas percepções estudantis, inclusive nas percepções apropriadas versus às contraproducentes acerca do ambiente.

Em seu artigo 46, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) prevê o dever de incentivar pesquisas e investigação científica, visando ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive. Desse modo, objetivou-se com esse trabalho fortalecer esse entendimento entre homem e ambiente, no intuito de, através da abordagem ambiental ecossistêmica, possibilitar a conservação no semiárido.

## CONCLUSÕES

O modelo didático com enfoque ecossistêmico permitiu a visualização do fenômeno de degradação ambiental no grupo de alunos do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental avaliado. No entanto, inicialmente, a ideia de que equilíbrio ambiental exclui a interação com o homem se apresentou hegemônica no grupo avaliado. Devido a temática da aula – conservação da biodiversidade, a noção de que a humanidade é parte de um

ecossistema e que este não se configura apenas no ambiente natural permite que seja considerada a participação de comunidades humanas na gestão de unidades de conservação.

Ainda, a avaliação da aprendizagem permitiu se observar que os conceitos trabalhados foram assimilados de modo suficiente, com destaque para um discente.

Por fim, os sujeitos foram capazes de utilizar o modelo para discutir fenômenos de degradação ambiental local, característicos do SAB, explorando a interação entre os componentes bióticos e abióticos destes. Entretanto, o número de sujeitos foi bastante reduzido. O mesmo modelo foi aplicado em outras turmas de ensino técnico e tecnológico, com rendimento similar, embora os conceitos tenham sido discutidos com a profundidade aplicável a cada nível de ensino e sob temáticas distintas. Assim, faz-se necessária avaliação do modelo didático proposto em outras turmas da disciplina de Gestão de Recursos Naturais, sob a temática de Conservação da Biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

AUMOND, J. J.; LOCH, C.; COMIN, J. J. Systemic approach and use of models for rehabilitation of degraded areas. **Rev. Árvore**, v.36, n.6, p. 1099-1118, 2012.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 5. ed. Brasília: Petrópolis/Vozes, 2009.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2010). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER Jr., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

MOREIRA, E. **Agricultura familiar e desertificação**. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 2006.

ODUM, E. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

PRIGOGINE, I.; GLANSDORFF, P. **Thermodynamic theory of structure, stability and fluctuations**. Nova York: Wiley/Petrópolis: Vozes, 1997.

PARAÍBA – Diário Oficial Nº 15.956. Decreto Nº 36.253 de 14 de outubro de 2015. João Pessoa, 15 de Outubro de 2015.

PHILIPPI, A.; SILVEIRA, V. F. **Curso de gestão ambiental**. São Paulo: Manole, 2004.

SATO, M. **Formação em educação ambiental - da escola à comunidade**. In: COEA/MEC (org.) **Panorama da Educação Ambiental no Brasil**, Brasília: MEC, março de 2000, p. 5-13.

TYLER, G.; SPOOLMAN, S. E. **Ecologia e sustentabilidade**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

# **AGROFLORESTA: SISTEMA DE PRODUÇÃO E CONVIVÊNCIA NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Ednaldo da Silva Rodrigues<sup>1</sup>, Katilânia Estevam da Silva<sup>2</sup>  
e Rivaildo da Costa Nascimento<sup>3</sup>

**RESUMO:** Uma das importâncias de um sistema agroflorestal é a interação e observação do homem do campo para o aprendizado junto a natureza, produzindo alimentos e criando animais girando em consorcio. Os sistemas agroflorestais (SAF) contrapõem-se ao modelo de produção convencional agrícola por ser um sistema que em sua concepção de manejo e de produção preconiza a não utilização de fertilizantes, agrotóxicos, o não uso de maquinário pesado na preparação do solo e, sobretudo pelo uso da diversidade de espécies em sua área melhorando as condições ambientais locais. A princípio foi aplicada uma entrevista através de um dialogo com o agricultor, e no decorrer da conversa foi surgindo às perguntas de acordo também com a volta na propriedade e a partir o andamento da entrevista foi sendo construído o conhecimento de acordo com a realidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade; Sistema agroflorestal; Consorcio.

**ABSTRACT:** One of the importance of an agroforestry system is the interaction and observation of the field man for learning with nature producing food and raising animals spinning consortium. The Agroforest Systems (SAF) in opposition to the model of conventional agriculture for being a system that in its conception management and production calls for the non-use of fertilizers, pesticides, non heavy machinery use in preparing the soil and especially the use of the diversity of species in their area improving local environmental conditions. The principle was applied an interview through a dialogue with the farmer, and during the conversation was coming up to the questions as well as the return on the property and left the running of the interview was being built knowledge according to reality.

**KEYWORDS:** Sustainability; Agroforestry; Consortium.

---

<sup>1</sup> Bacharelado em Agroecologia, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Lagoa Seca – PB, Fone: (83) 9679-9102, naldinhoagroecologia@gmail.com.

<sup>2</sup> Bacharelado em Agroecologia, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Lagoa Seca – PB, Fone: (83) 99960-6962 katilaniaestevam@gmail.com.

<sup>3</sup> Bacharelado em Agroecologia, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Lagoa Seca – PB, rivamoral.10@gmail.com.

## **INTRODUÇÃO**

Uma das importâncias de um sistema agroflorestal é a interação e observação do homem do campo para o aprendizado junto com a natureza, produzindo alimentos e criando animais girando em consórcio, dando uma total sustentabilidade no meio ambiente por causa da grande diversidade de organismos vivos a cada fase de desenvolvimento da agroflorestal (ABDO et al., 2012).

Embora possa oferecer vários benefícios ao produtor, o sucesso desse sistema de plantio depende de diversas etapas que incluem desde a escolha de espécies adequadas, qualidade das mudas, condições de implantação, espaçamento e sombreamento das plantas, adubação, rega e manejo das espécies plantadas na área, ainda complementando isso Altieri (2012) diz que dependendo do número de plantas associadas, estes cultivos, assim como os SAF's são menos acometidos por pragas e doenças por conta da maior diversidade que apresentam.

Os sistemas agroflorestais (SAF) contrapõem ao modelo de produção convencional agrícola por ser um sistema que em sua concepção de manejo e de produção preconiza a não utilização de fertilizantes, agrotóxicos, o não uso de maquinário pesado na preparação do solo e, sobretudo pelo uso da diversidade de espécies em sua área melhorando as condições ambientais locais (ALTIERI; 1999; PENEIREIRO, 1999).

Nair (1983) aponta que o objetivo da maioria dos sistemas agroflorestais é aperfeiçoar os efeitos benéficos das interações que ocorrem entre os componentes arbóreos e as culturas e/ou animais, a fim de obter a maior diversidade de produtos, diminuir as necessidades de insumos externos e reduzir os impactos ambientais.



## **METODOLOGIA**

A visita foi realizada na propriedade do senhor Rivaldo, situada na comunidade Camará no município de Remígio, localizado no estado da Paraíba conheceu-se sua história deste a sua chegada ao território até os dias atuais. As observações e os levantamentos dos dados obtidos foram realizados através de visitas a campo, no mês de outubro de 2014 e junho de 2015.

A princípio foi aplicada uma entrevista através de um diálogo com o agricultor, e no decorrer da conversa foram surgindo as Perguntas de acordo também com a volta na propriedade e a partir do andamento da entrevista foi sendo construído o conhecimento de acordo com a realidade. Contudo pode-se conhecer um pouco da história da sua família, além do mais obtiver uma ampla visão das culturas ali presentes e o que as mudanças além do tempo acarretaram de positivo tanto para a vida da família, quanto o melhoramento da propriedade.



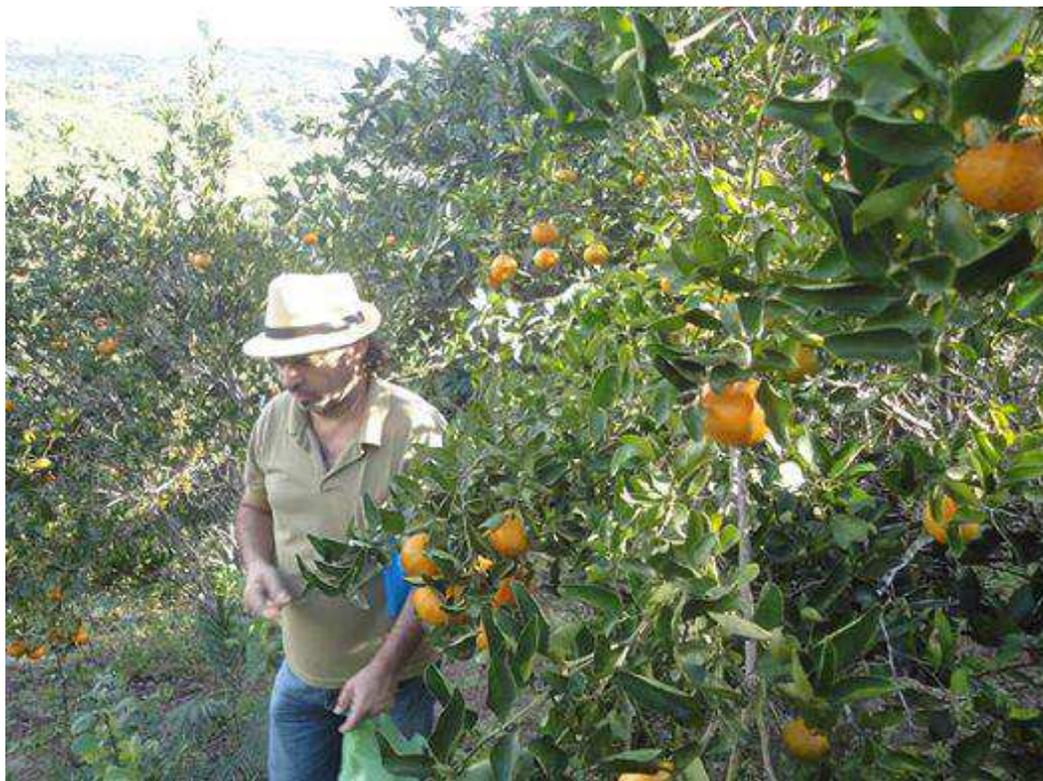
### **Descrição da Agrofloresta na propriedade**

No município de Remígio, na comunidade de Camará existe uma experiência bem-sucedida na recuperação de áreas degradadas através do sistema de agrofloresta e de manejo adequado do solo. É a experiência realizada pela família de Rivaldo e Alzilene, e

seus dois filhos Aline e Rivaildo, alunos no curso técnico de agropecuária na UEPB campus II, uma família que ama e cuida sua terra em harmonia com a natureza. O dono da propriedade conta que suas experiências começaram no ano de 1996, e as terras que hoje são suas foram adquiridas com muito trabalho. Antes sua propriedade continha 1,5 hectares, mais com seus esforços e de suas famílias conseguiram expandir para 4 hectares.

Ao chegar à propriedade seu Rivaldo encontrou um solo bastante empobrecido, qual foi desgastado pelos seus antigos donos que não souberam conservar a terra que possuía. No local encontravam-se voçorocas e plantação rasteira, devido às queimadas que aconteciam com frequências. Juntamente com sua esposa e seus filhos observou que ali se podia começar uma nova forma de vida, resolvendo cultivar em manejo de transição agroecológica para o bem da natureza e de todos. Com o passar dos novos cuidados foram surgindo novas plantações e melhorando a vista que se tinha do terreno.

No início do processo de reconstrução do sítio o proprietário deixou a área em repouso, em seguida reservando uma pequena parte para a mata nativa, tempo depois introduzindo nas demais áreas o cultivo do milho e do feijão, só apenas 5 anos mais tarde passou a cultivar citros.



Para o preparo do solo o dono conta com a ajuda de seu próprio sistema agroflores-  
tal, utilizando como cobertura morta a palha das bananeiras e outras folhas que caem das

demais árvores como matéria orgânica, dessa forma a terra se mantém úmida por mais tempo e adquire mais nutrientes para as plantas.

Segundo o proprietário Rivaldo as podas feitas em sua agrofloresta não são feitas corretamente, mas assim que necessárias ao seu ponto de vista. As podas das árvores melhoram a entrada de luz para as demais plantações do SAF e também pelo fato das retiradas de partes que apresentam doenças e estão sendo atacadas por pragas. Em relação às ao ataque de pragas e doenças são utilizados extratos feitos pelo próprio agricultor com material retirado de dentro de sua propriedade.

As principais dificuldades presentes na propriedade é a escassez de água devido às irregularidades das chuvas na região, o solo na propriedade que está em processo de fertilização, devido ao grande número de queimadas e erosões ocorridas na área antes da transição agroecológica e hoje uma enorme dificuldade ainda permanente é o acesso as políticas públicas trazendo desvantagens para a vida da família. Em meio a todos esses problemas, algumas parcerias voltadas a benefícios e melhorias para a agricultura familiar, a família de seu Rivaldo vem sendo assessorada e fortalecida pelas organizações AS-PTA, Polo Sindical da Borborema, Arribaça, Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Remígio e a Associação dos Agricultores.

A família cultiva em sua propriedade 1.500 pés de laranja de diversas variedades (tangerina, cravo, pokan, toranja, mimo do céu, comum- tanto a legitima como a enxertada e a laranja bahia). Possuem também o roçado onde cultivam o feijão, fava, milho, além disso, possuem outras árvores frutíferas tais como pés de caju, jaca, pitomba, goiaba, banana, entre outras. Também na agrofloresta, eles plantam sabiá, pau d'arco, cabatã, louro, camunzé e angico, alguns delas são comercializadas, como o caso do sabiá. Introduziram uma cerca viva na frente da casa e pretende colocar outras em toda a propriedade.

Em relação às pragas são poucas susceptíveis as culturas por haver uma arborização bem distribuída, tornando assim que seus ataques não sejam considerados danos econômicos a propriedade, uma vez que se disseminam em toda a área. Quando ocorre um ataque de mosca-negra o proprietário utiliza o detergente, pulverizando-o diretamente no local onde a praga lesionou a planta. E segundo o mesmo afirma que causa de danos econômicos é apenas de aproximadamente 15 %.

Outra fonte para que se possam manter as culturas livres de pragas é a aplicação do biofertilizante que é feito da seguinte maneira: ramos de batata, folha de mandioca, folha de glicerídeo, rapadura, esterco bovino fresco e também se pode acrescentar goiaba podre, logo após cortam-se as folhas em picado e em um recipiente grande mistura todos os

ingredientes, deixando reagir por no mínimo 15 dias.

Com o apoio do sindicato de Remígio, do Pólo da Borborema e da AS-PTA, Rivaldo passou a participar de visitas de intercâmbio e conheceu novas formas de tratar a terra. Passaram a plantar em curva de nível e a fazer cobertura, passando a observar que assim quando chovia a água que escorria perdia forças e não leva toda parte boa do solo.

## RESULTADOS

Diante dos aspectos abordados percebe-se que o agricultor possui grandes fontes de conhecimento sobre o sistema agroflorestal, no entanto observou que podia transformar sua propriedade em um sistema agroecológico, e hoje na área ocorre um processo de transição agroecológica em um nível elevado.

Observando hoje em dia que com toda área arborizada e bastante diversificada, a família já é tida como referência no brejo paraibano, e já ensinam o que aprenderam para outras tantas famílias. Contudo, além de manter uma vida saudável, produzindo sem que haja a utilização de insumos químicos, mantém a natureza em estado de equilíbrio, deixando-a livre dos agrotóxicos.

## REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; MARTINS, A. L. M.; FINOTO, E. L.; FABRI, E. G.; PISSARRA, T. C. T. BIERAS, A. C.; LOPES, M. C. Implantação de Sistema Agroflorestal com seringueira, urucum e acerola sob diferentes manejos. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v.9, n.2, p.1-16, 2012.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3.ed. rev. ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012, 379 p.

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Berkeley: University of California, v. 74, p. 19-31, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos e pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas; 2002.

NAIR, P. K. R. Tree integration on farmlands for sustained productivity of small holdings. In: Hockeretz, W. Environmentally Sound Agriculture. New York: Praeger Scientific, p. 33-350, 1983.

PENEREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural**: um estudo de caso. 1999. 136 f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba-SP. 1999.



# **ANÁLISE AMBIENTAL DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DE REVESTIMENTO CERÂMICO COM ÊNFASE NA PRODUÇÃO MAIS LIMPA P+L**

Heline Fernanda Silva de Assis Dantas<sup>1</sup> e Lúcia Santana de Freitas<sup>2</sup>

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo analisar o processo produtivo de uma indústria de revestimento cerâmico a partir de oportunidades de Produção mais limpa, tomando como base a metodologia de P+L desenvolvida pelo CNTL. Seu caráter metodológico enquadra-se no método qualitativo/quantitativo, classificada como exploratória, e como ênfase um estudo de caso, tendo em vista a especificidade do tema. Quanto às análises dos dados, estas foram feitas a partir da triangulação dos mesmos, obtidos através de entrevistas, dos dados secundários e da observação não participante. Quanto os resultados obtidos, em todas as etapas do processo produtivo há geração de rejeitos, dentre estes destacam, material particulado, que estão presentes em grande parte das etapas do processo produtivo. A etapa mais crítica é a esmaltação e decoração, pois são rejeitados cerca de 10% do processo, e exposição a matérias-primas tóxicas, podendo causar danos ao meio ambiente e à saúde humana.

**PALAVRAS- CHAVE:** P+L; Indústria cerâmica; Desempenho ambiental.

## **ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PRODUCTION PROCESS OF CERAMIC COATING INDUSTRY OPPORTUNITIES FROM P+L**

**ABSTRACT:** This study aims to analyze the production process of a ceramic tile industry from a cleaner production viewpoint, based on the methodology developed by CNTL. The methodology is qualitative / quantitative, exploratory and emphasized in case study, due to the specificity of the theme. The data analysis was performed by triangulation method from the data obtained by interviews, secondary data and non-participant observation. Regarding the results obtained, all stages of the production process generate waste, mostly particulate matter, which is present in most stages of the production process. The most critical step is glazing and decoration, where about 10% of the process is rejected and there is exposure to toxic materials that may cause damage to the environment and human health.

**KEYWORDS:** Cleaner Production; Ceramics Tile Industry; Environmental Performance.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Recursos Naturais – UFCG. Email: helinefernanda@hotmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Administração pela Universidade de Valladolid. Professora da Universidade federal de Campina Grande, Brasil. Email: lucia.sdefreitas@gmail.com.

## **INTRODUÇÃO**

A indústria brasileira de revestimento cerâmico é destaque no cenário nacional e internacional, sendo a 2º maior em produção e consumo e a 5º em exportação. O Brasil se difere de outros países pela sua abundância em matérias-primas, como pelo amplo mercado consumidor, e seu processo de desenvolvimento e crescimento econômico, faz com que este setor se dinamize cada vez mais. Com isso, surge a necessidade de criação de novas formas de produção e formato de negócios.

Entretanto, fornecer ao setor cerâmico os meios que possibilitem um crescimento pautado nas questões ambientais constitui-se um grande desafio. Dessa forma, busca-se criar produtos que apresentem um melhor rendimento em termos de consumo de energia e recursos naturais, que possam ser reciclados, reutilizados ou cuja disposição final não venha oferecer riscos para o meio ambiente. No caso da extração de recursos naturais que constituem matéria-prima para obtenção de determinados produtos deve-se optar um sistema que venha garantir certo nível de sustentabilidade.

De acordo com Donaire (1999), as pressões da sociedade visam uma melhoria na qualidade de vida, somadas as normas ambientais cada vez mais rígidas no combate a poluição e a maior pressão do mercado competitivo global, vêm influenciando nas mudanças de estratégias empresariais.

Atualmente, as organizações estão percebendo a importância de atuarem de forma menos agressiva ao meio ambiente, podendo incluir em suas estratégias empresariais as preocupações ambientais. Verifica-se a implantação da metodologia da Produção mais Limpa como um importante instrumento para aumentar a competitividade, a inovação e a responsabilidades ambiental.

Segundo o PNUMA (2008), P+L é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada para processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência total e de reduzir riscos aos seres humanos e ao meio ambiente. No caso de processos produtivos, a aplicação do P+L resulta na conservação de matérias-primas, água e energia; eliminação de materiais tóxicos e perigosos; redução na fonte da quantidade e da toxicidade das emissões, quanto dos desperdícios gerados durante o processo de produção, entre outros.

A produção mais limpa, em linhas gerais, pode ser entendida como uma série de estratégias, práticas e condutas econômicas, ambientais e técnicas, que evita ou reduz a emissão de poluentes no meio ambiente por meio das ações preventivas, ou seja, evitando

a geração de poluentes ou criando alternativas para que estes sejam reutilizados ou reciclados. A empresa, portanto, é a maior beneficiada, podendo significar redução dos custos de produção; aumento eficiência e competitividade; diminuição dos riscos de acidentes ambientais; melhorias das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores, poder público, mercado e comunidades, como também, melhorias do relacionamento com órgãos ambientais e a sociedade, entre outros.

Sendo assim, o problema de pesquisa consiste no seguinte questionamento: como melhorar o desempenho ambiental do processo produtivo de uma indústria de cerâmica de revestimento a partir das oportunidades de P+L? Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar o processo produtivo de uma indústria de Revestimento Cerâmico de acordo com Produção mais Limpa (P+L).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### A Indústria Cerâmica

Segundo a Anfacer (2012), atualmente a indústria cerâmicas encontra-se dividida em vários outros seguimentos como: **Cerâmica vermelha**; compreende aqueles materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil; **Cerâmica Branca**: bastante diversificado compreendendo materiais constituídos por um corpo branco e em geral recobertos por uma camada vítrea transparente e color, que eram assim agrupados pela cor branca na massa; **Materiais refratários**: compreendem uma diversidade de produtos que tem como finalidades suportar temperaturas elevadas nas condições específicas de processo e de operação dos equipamentos industriais, que em geral envolveu esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperaturas e outras solicitações; **Abrasivos**: parte da indústria de abrasivos, por utilizarem matérias-primas e processos semelhantes aos da cerâmica, constituem-se num segmento cerâmico; **Cerâmica de alta tecnologia/cerâmica avançada**: novas tecnologias desenvolvida para as áreas aeroespacial, eletrônica, nuclear, que passaram a existir materiais com qualidade excepcionalmente elevada, desenvolvidos de matérias-primas sintéticas de altíssima pureza, por meio de processos rigorosamente controlados; **Revestimentos cerâmicos**: as placas cerâmicas são constituídas, em geral, de três camadas: a) O suporte ou biscoito, b) o engobe, que tem a

função impermeabilizante e garante a aderência da terceira camada e c) o esmalte, camada vítrea que também impermeabiliza, além de decorar uma das faces da placa.

No que tange ao segmento de revestimento cerâmico, compõe-se de matérias-primas naturais argilosas e não argilosas. Os materiais argilosos são formados de uma mistura de diversos tipos e características de argilas para dar a composição desejada, sendo à base do suporte cerâmico. Os materiais não argilosos, quartzo, feldspato e caulim servem para compor o corpo cerâmico ou para promover a fusão da massa e os materiais sintéticos são utilizados para a produção de engobes e esmaltes. Os revestimentos cerâmicos são usados na construção civil para recobrir, paredes, pisos, bancadas e piscinas em ambientes internos e externos. Recebem designações tais como: azulejos, pastilhas, porcelanatos, grés, lajotas, pisos, etc. A tecnologia do porcelanato trouxe produtos de qualidade técnica e estética refinada, que em muitos casos se assemelham às pedras naturais.

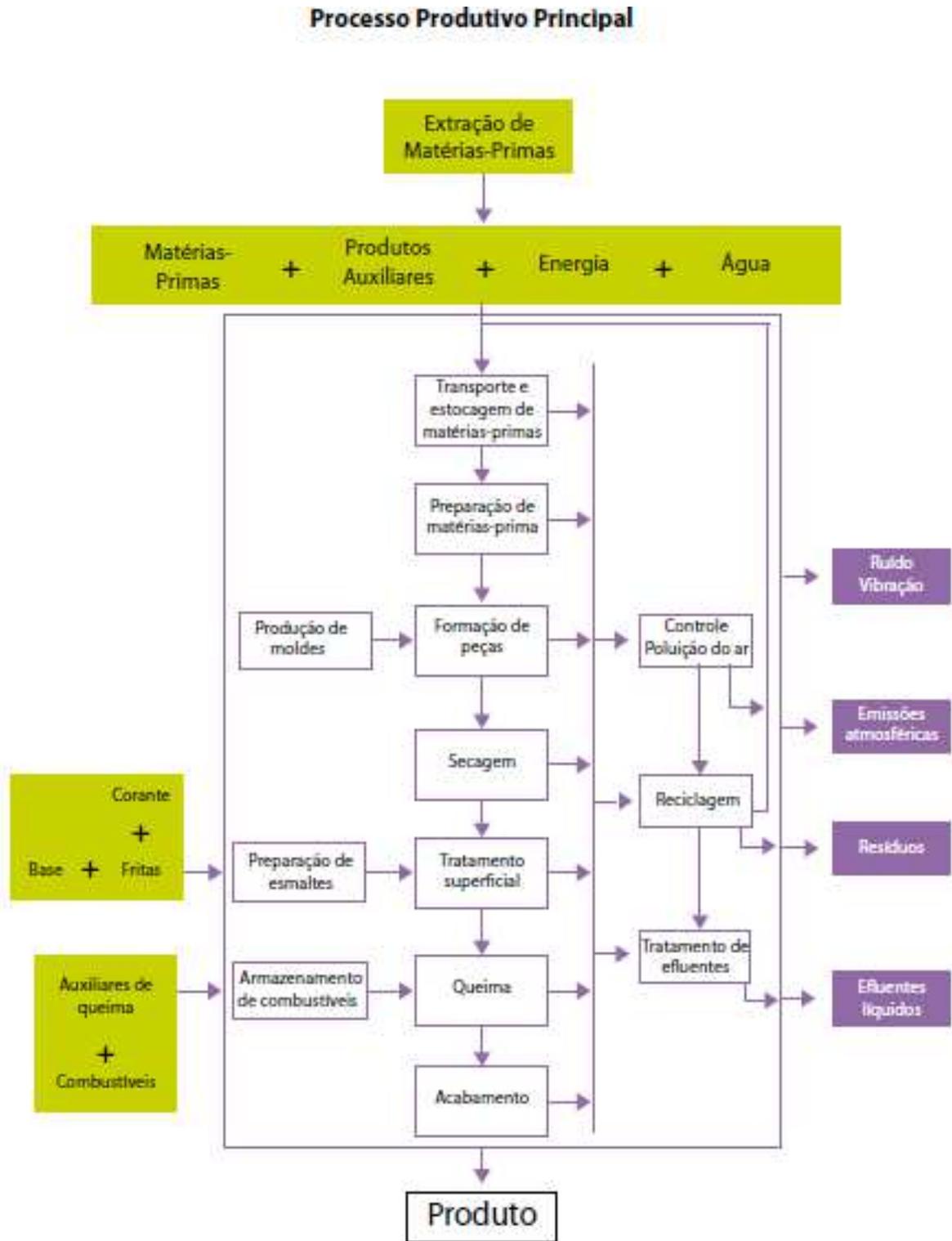
No Brasil a indústria de revestimento cerâmicos de acordo com a Anfacer (2012) tem-se concentrado apenas em algumas regiões como: a região de Criciúma em Santa Catarina, que é reconhecida internacionalmente, e concentram-se as maiores empresas da área; na região de São Paulo, com dois pólos distintos em Mogi Guaçu e Santa Gertrudes, sendo a região metropolitana de São Paulo que conta com algumas empresas, mas não se atribui a um polo; o Nordeste brasileiro que vem crescendo bastante, e quem sabe pode se tornar um pólo, em um futuro bem próximo, devido às condições favoráveis de existências de matérias-primas, considerações energéticas favoráveis e um mercado consumidor em desenvolvimento, além de boa localização geográfica para exportação. Desse modo, o Brasil é hoje um dos grandes “players” mundiais de revestimentos cerâmicos, o segundo maior consumidor mundial de revestimentos cerâmicos, e o segundo maior produtor.

Um das principais características para o crescimento desse setor é a abundância de matérias-primas naturais, fonte alternativa de energia e disponibilidade de tecnologia prática embutidas nos equipamentos industriais, fizeram com que a indústria de cerâmica brasileira evoluísse rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial com apreciável quantidade exportado (ANFACER, 2012).

Considerada a necessidade de se conhecer o processo produtivo para a proposição de melhorias ambientais para o setor de cerâmica branca e revestimento. Para tanto segue

a apresentação do fluxograma genérico das etapas produtivas, incluindo os principais aspectos ambientais de cada etapa, proposto pelo CETESB 2006, ver figura 1.

Figura 01- fluxograma genérico do processo produtivo das indústrias cerâmicas



Fonte: CETESB (2006)

Segundo o CETESB (2006), os processos de fabricação empregados pelos diversos segmentos cerâmicos assemelham-se entre si, parcial ou totalmente, podendo diferir de acordo com o tipo de peça ou material desejado. De um modo geral, a manufatura de produtos cerâmicos compreendem as etapas de: preparação da matéria-prima; formação das peças; tratamento térmico e acabamento.

Quanto ao processo produtivo da cerâmica de revestimento assim como em qualquer outra indústria pode gerar impacto ao meio ambiente, como também a saúde humana. Segundo a CETESB (2006), impacto ambiental pode ser definido, como qualquer alteração das propriedades físico-químicas e/ou biológicas do meio ambiente, devido a qualquer forma de matéria ou energia por atividade humana, destacando o **uso de insumos**, água e matéria-prima, energia, matérias-primas tóxicas, **geração de rejeito**, emissões atmosféricas, ruídos, efluentes líquidos, entre outros.

A quantidade de **insumos**, como água e matérias-prima, vai depender do tipo de matéria-prima utilizada, do processo de fabricação envolvido e das propriedades do produto desejado, ou por via seca ou por via úmida, deixando claro que a por via úmida consome quatro vezes mais água. A energia em função da necessidade de queima de seus produtos, a indústria cerâmica é um grande consumidor de energia, principalmente nas etapas de secagem e queima, tendo o gás natural e o gás liquefeito de petróleo (GLP) empregado na maioria das empresas. A energia elétrica também é utilizada, nas instalações e maquinários usados para moagem, mistura das matéria-primas e para conformação das peças, sendo consumida em quantidades bastante inferior àquela dos combustíveis. Quanto às matérias-prima tóxicas, embora a principal matéria-prima da indústria de cerâmica seja a argila recurso mineral primário, extraído diretamente da natureza, existe alguns produtos empregados na manufatura destes produtos, durante a preparação do esmalte são introduzidos na suspensão um ou mais produtos químicos com a finalidade de proporcionar ou corrigir determinadas características, entre estes se podem destacar os ligantes, plastificantes, defloculantes, fluidificantes e antiespumantes e corantes.

No que tange à **geração de rejeitos** as emissões atmosféricas, os principais problemas de do setor cerâmico estão relacionados às emissões de material particulado rico em metais e outros poluentes inorgânicos, principalmente fluoretos. Advindas diretamente do transporte inadequado da argila, da armazenagem da argila fora dos silos ou galpões; da preparação da massa cerâmica (principalmente na via seca) e da moagem, peneiramento, atomização ( na via úmida) e da secagem. Outras fontes de material particulado são a preparação do esmalte, em suas fases de mistura, moagem e aplicação do spray, e

as operações de decoração queima e acabamento das peças. Os compostos gasosos liberados durante a secagem e a queima são derivados principalmente dos compostos presentes nas matérias-primas, porém os combustíveis podem também contribuir para a emissão de poluentes gasosos. As emissões gasosas relevantes na indústria cerâmica são: Dióxido de enxofre; óxidos de nitrogênio (e compostos nitrogenados); Monóxidos de Carbono (e dióxido de carbono); Compostos Orgânicos Voláteis (COV's); Cloretos; Fluoretos, que podem provocar doenças respiratórias, corrosão de materiais, efeitos tóxicos para plantas com reflexos na cadeia alimentar humana e mesmo chuva ácida; bem como, Metais e seus compostos: o teor de metais pesados na matéria-prima é muito baixo, porém sua presença pode advir dos pigmentos cerâmicos e esmaltes, que poderão ser emitidos à atmosfera durante a queima.

Em relação aos ruídos suas principais fontes e vibrações são as instalações de moagem, mistura e prensagem, além disso, as atividades de transportes e caminhões, tanto de matéria-prima, como de produtos ou resíduo são, muitas vezes, motivos de incômodos à comunidade circunvizinha à empresa. Por último, os efluentes líquidos que se lançados sem tratamento prévio em um corpo de água, pode acarretar em sérios problemas à biota, devido à alteração das características químicas naturais do corpo d'água, como por exemplo a contaminação de solos, de aquíferos e de sedimentos no leito dos rios e lagos, cuja consequência é seu assoreamento (CETESB/FIESP, 2008).

Perante os impactos gerados pelas indústrias de revestimentos cerâmicos, percebe-se a importância em introduzir mecanismos capazes de reduzir ou minimizar tais impactos. A análise o processo produtivo deste tipo de indústria, através de oportunidades de produção mais limpa, além de beneficiar o meio ambiente, com a redução desses insumos e rejeitos, também contribuirá para a própria indústria com benefícios econômicos.

### **Produção Mais Limpa**

Segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNLT), a abordagem da P+L pode ser empregada em vários processos e segmentos dentro de uma indústria, caracterizando-se pela redução do consumo, ou desperdício de matérias-primas, água e energia; reciclagem de materiais; adoção de novas tecnologias e monitoramentos, visando uma gestão ecoeficiente dos recursos.

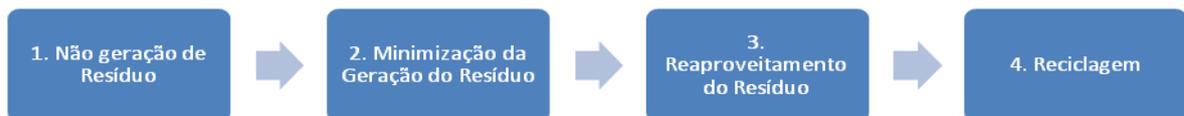
A definição original das Nações Unidas, para a “Produção mais Limpa (P+L) é a

aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada, aplicada a processos, produtos e serviços, para aumentar a eficiência global e reduzir riscos para a saúde humana e o meio ambiente.

Ainda segundo o CNTL (2000), a implementação da P+L possibilita garantir processos mais eficientes e considera a minimização de resíduos não é somente uma meta ambiental, mas, principalmente, um programa orientado para aumentar o grau de utilização dos materiais, com vantagens técnicas e econômicas. Considera que a minimização de resíduos e emissões geralmente induz a um processo de inovação dentro da empresa.

A Produção mais Limpa pressupõe quatro atitudes básicas em ordem decrescente de prioridade (ver figura 2). A primeira é a mais importante, consiste na busca pela não geração de resíduos, através da racionalização das técnicas de produção, sendo de difícil aplicação em todo processo produtivo. A segunda atitude proposta pela P+L é a minimização da geração de resíduo. A terceira é o reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção é a terceira atitude defendida, enquanto que a quarta é a reciclagem, com o aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais (CETESB, 2003).

Figura 2- Atitudes básicas de Produção mais Limpa



Fonte: a partir do CETESB (2003).

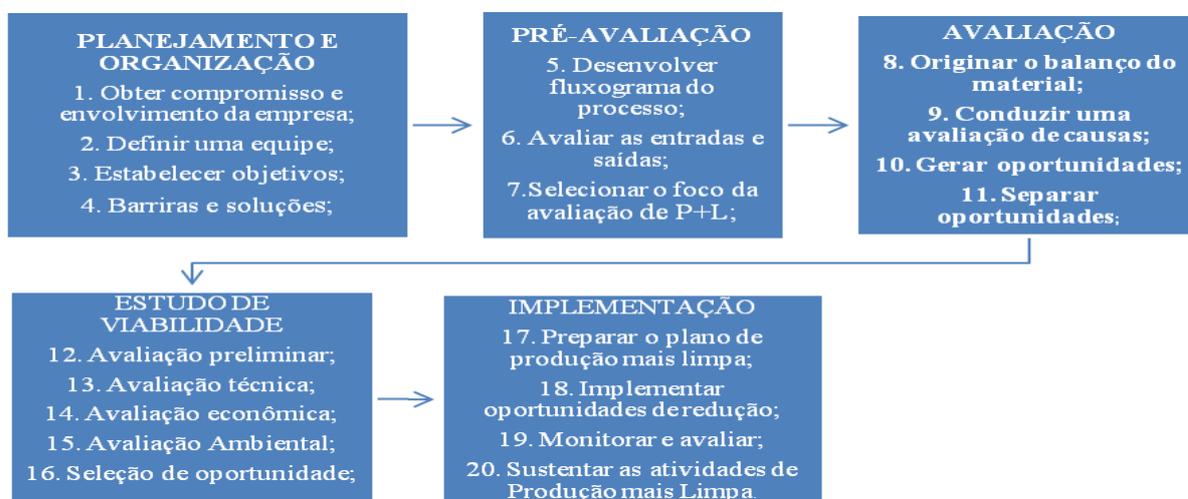
Desta forma, deve-se evoluir a primeira atitude para as demais, pois as mesmas representam que o preventivo é a ação a ser implementada. De fato, que a não geração de resíduo para a indústria ainda é de difícil controle. Ao analisar a alternativa de minimização de resíduos, percebe-se que existem duas opções a serem seguidas, ou seja, a modificação no processo ou a modificação no produto. No que tange a etapa de reaproveitamento dos resíduos gerados, é de suma importância, pois, cria-se uma forma mais aplicável desse processo. As indústrias conseguem hoje desenvolver mecanismos capazes de implementar esse processo, mesmo que seja incipiente ainda. Por fim, a reciclagem entra como alternativa básica, sendo uma das etapas mais utilizadas pela indústria, mesmo por se formar um mercado terceirizado, tirando assim a sua responsabilidade de por um destino final ao seu rejeito.

Neste sentido, segundo LAYARGUES (2002), o discurso ecológico oficial altera a ordem de prioridade da Pedagogia dos 3R's (reduzir, reutilizar e recicla): confere máxima importância à reciclagem, em detrimento da redução do consumo e do reaproveitamento; desativa a redução do consumo, mas para evitar a formação de uma lacuna, transporta a importância da redução do consumo para o desperdício; e mantém o discurso quando afirma a necessidade da reutilização, mas sem grande interesse, até porque sua aceitação é controversa, já que envolve questões culturais relativas à posição social. A Pedagogia dos 3R's preconizada pelo discurso ecológico oficial torna-se uma prática comportamentalista, ao invés de reflexiva, pois reduz a Pedagogia dos 3R's à Pedagogia da Reciclagem.

Tomando como base essas atitudes, o CNTL desenvolveu uma metodologia de P+L que poderá ser aplicado nos diferentes setores produtivos. Diante da necessidade de atender as particularidades dos diversos tipos de indústrias. O CETESB, em parceria com outros órgãos, criou a serie P+L, que se constitui um guia técnico ambiental, onde aglutina informações importantes, sobretudo, mostrando os principais impactos das diferentes atividades e suas respectivas oportunidades de P+L.

A metodologia criada pelo CNTL (2003) é composta por cinco fases distintas: planejamento e organização; pré-avaliação; avaliação; estudo da viabilidade; e implementação. Cada passo dessas fases vista na figura 3.

Figura 3- Metodologia de P+L proposta pelo CNTL



Fonte: Elaborado a parti da proposta do CNTL (2003).

Contudo, essa metodologia envolve toda organização não só o processo produtivo, com o propósito de considerar a variável ambiental em todos os níveis, relacionando-a com ganhos econômicos para a indústria, já que proporciona o processo mais eficiente no

emprego de seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduos. Porém apresentados os fundamentos teóricos, que nortearão ênfase a pesquisa, a seguir serão definidos os aspectos metodológicos da mesma.

### Utilização de P+L

A metodologia Produção Mais Limpa (P+L) vem sendo aplicado nos últimos anos a vários tipos e seguimentos industriais. Esta ferramenta de gestão ambiental possibilita o desenvolvimento de ações de modo social e ambiental, influenciando também as melhorias econômicas e ecológicas. Entretanto observam-se no quadro abaixo alguns segmentos industriais que desenvolveram estudos sobre a ferramenta nos mais variados setores:

Tabela 1- P+L em vários setores industriais

<b>Autores</b>	<b>Objetivo do Trabalho</b>	<b>Sector Estudado</b>	<b>Principais resultados</b>
<b>Flávia Pinheiro Farias e Elen Beatriz Acordi V. Pacheco</b>	Apresentar a ferramenta de (P+L) como uma opção para gestão ambiental de empresas da área têxtil.	Têxtil	Publicado casos de sucessos da área têxtil, em que a implantação de medidas de P+L garantiram a redução do consumo de água, de energia, de produtos químicos e de desperdício durante o processo.
<b>Carlos A.M. Moraes Rodrigo Gaspar Lisiane k. Rocha Feliciane A. Brehm Ana C. Garcia</b>	Avaliar a geração de diferentes resíduos gerados em fundições, tomando como base uma empresa Gaúcha de pequeno porte que não possui gerenciamento de resíduo estabelecido.	Fundição	Conscientização ambiental dos funcionários; Senso de organização pela empresa; A percepção da empresa em relação a quantidade de insumos, matéria-prima e desperdício; Criação de indicadores de desempenho ambiental.
<b>Eliana A. Severo Pelayo M. Olea</b>	Analisar as metodologias e ferramentas de produção mais limpa (P+L) adotadas em uma indústria do polo Metal-Mecânico da serra Gaúcha e seus resultados gerados na empresa.	Metal-Mecânico	Melhorias nos fatores relacionados com o processo produtivo; Aumento da eficácia operacional e imagem ambiental; Melhorias ergonômicas, reduzindo os custos de produção; • Gerando vantagens competitivas.

Fonte: Do autor.

Dessa forma, a ferramenta mostra-se dinâmica e possibilita vários setores industriais fazer a sua utilização de forma branda. Os critérios a serem utilizados irão de acordo com a metodologia para cada setor industrial, para isso, alguns órgãos veem estudando os mais variados setores para que se adequem melhor a ferramenta em seus setores específicos.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa pode ser definida como de caráter qualitativo e quantitativos e classificada como exploratória, tendo em vista que ainda é reduzido o número de pesquisas sobre P+L em empresas do setor de cerâmica de revestimento no Brasil.

Quanto ao método utilizado estudo de caso conforme Godoy (1995, p. 25), se caracteriza como um tipo de pesquisa, cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Dessa forma, para o autor, o propósito fundamental do estudo de caso como tipo de pesquisa é analisar uma dada unidade social.

A metodologia de P+L utilizada na presente pesquisa foi à proposta pelo CNTL, especificamente as etapas: **pré-avaliação** analisando, (5. Desenvolver o fluxograma do processo; 6. Avaliar as entradas e saídas e 7. Selecionar o foco da avaliação de P+L) e **avaliação**, com (10. Gerar oportunidades). Para a descrição do processo produtivo e materiais de entrada e saídas, bem como, as sugestões de oportunidades de P+L, onde se utiliza o guia técnico da metodologia do CETESB/FIESP(2008).

Para tanto, foram feitas 03 visitas técnicas de campo, tanto no processo de extração situado no município de Pedra Lavrada-PB, como no seu beneficiamento no município de João Pessoa-PB, onde foram realizadas entrevistas com um técnico ambiental responsável pelo setor cerâmico da Empresa Gama de revestimentos cerâmicos, e dois engenheiros de minas, para identificar as etapas do processo produtivo e seus respectivos aspectos ambientais. Nas visitas também foram analisados relatórios da empresa, planilhas de controle de produção, dos rejeitos gerados e suas deposições finais. Também se utilizou da técnica de observação não participante.

Quanto a análises dos dados, esta foi feita a partir da triangulação dos mesmos, obtidos através de entrevistas, dados secundários e da observação não participante, seguindo a metodologia do CNTL e do CETESB. Uma vez explicados os aspectos metodológicos, a seguir serão apresentados e analisados os dados obtidos.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **Caracterização da Empresa**

A Cerâmica de Revestimento Gama, há 28 anos no mercado sua estrutura técnico-industrial a coloca como uma das principais indústrias do setor no Brasil. Investimentos programados em tecnologia e capacitação profissional transformaram a empresa em um grupo competitivo e autossuficiente em diversos aspectos. Quase todos os insumos majoritários são produzidos pela empresa que detém centros de mineração e transportes próprios de cargas. Com essa estrutura empresarial, a Empresa tornou-se um dos maiores produtores de revestimentos cerâmicos do Brasil.

Com uma produção mensal de 2.500.000 m<sup>2</sup> de revestimentos cerâmico e porcelanato, a empresa acompanha sempre as inovações e tendências do mercado. Em um parque fabril dos mais modernos do Brasil, a Cerâmica Gama possui 5 grandes centros industriais de alta tecnologia, capacitação profissional e pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, buscando criar cada vez mais com novas texturas e estilos. A pesquisa se dá no centro fabril localizado no Estado da Paraíba, a sua atividade principal é a fabricação industrial de pisos de revestimentos cerâmicos, em vários formatos. Sua produção ocorre de forma ininterrupta.

### **Análise do processo produtivo da Empresa Gama**

Considerada a necessidade de se conhecer o processo produtivo dos revestimentos cerâmicos para a proposição de melhorias ambientais faz necessário conhecer o fluxograma das etapas do processo produtivo, bem como, os impactos gerados e as sugestões de medidas P+L, ver quadro 1.

Quadro 1- Processo produtivo cerâmica de revestimento via úmida

<b>Pisos e Revestimentos, Por Via Úmida</b>		
<b>Entradas (Kg/Mês)</b>	<b>Etapas do Processo Produtivo</b>	<b>Saída (Kg/ Mês)</b>
*Caminhões : 450und	<b><u>Extração da Matéria-Prima</u></b>	*Resíduos do solo oriundos da extração – 0%
		*Gases e material particulado. 2,7 Kg/h
		*Ruídos. 85,5 dB
*Combustível Fóssil: 165.600,00 l		*Vibrações. 0%
	<b><u>Pré-Secagem</u></b>	*Decomposição da matéria orgânica no solo. ~ = 3 meses.
		*Material em suspensão e pós – (NTE)
*Argilas- 6642 Ton	<b><u>Mistura</u></b>	*Resíduos e efluentes oriundos da limpeza de equipamentos.- 1 Ton
*Sienito – 4200 Ton		
*Quartzo – 10 Ton		*Material particulado em suspensão: 2,7 Kg/h
*Talco – 1200 Ton		*Ruídos – 79,1 dB
*Caulin – 100 Ton		
*Reagentes Material cru reaproveitado - 1000Kg		
*Água – 5.760,000 m3	<b><u>Moagem Úmida</u></b>	*Resíduos e efluentes oriundos da limpeza de equipamentos. 20%
*Energia elétrica- 450 Kwh/Kg		*Ruídos – 85,5 dB
*Coque de Petróleo – 600 Ton	<b><u>Atomização</u></b>	*Emissões atmosféricas. Óxido de enxofre (SOx) – 10,06 Kg/h
		*Material particulado (MP) – 2,72 Kg/h
		*Óxido de Nitrogênio (NOx) – 7,41 Kg/h

		*Resíduos retidos no sistema de controle da poluição atmosférica (Concentração)
		*O <sup>2</sup> Oxigênio – 19,2 % v/v
		*CO <sup>2</sup> Dióxido de Carbono –
*Energia Elétrica 450 Kwh/Kg	<b><u>Prensagem</u></b>	*Resíduos efluentes da prensa e da limpeza de equipamento – 10%
		*Ruídos – 85,5dB
*Gás natural – 0,5m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	<b><u>Secagem</u></b>	*Emissões atmosféricas. *
*Espessante para esmaltes Esmalte/Engobe – 650 Ton	<b><u>Esmaltação e Decoração</u></b>	*Resíduos do material de esmaltação – 10%
*Cola – 3 Ton		
*Serigrafia (tintas) – 15 Ton		*Efluentes da lavagem dos equipamentos da linha de esmaltação – 10%
		*Resíduos de tintas – 10%
*Gás natural – 1m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	<b><u>Queima</u></b>	*Emissões atmosféricas. *
		*Calor – 1190°C
		*Peças trincadas e/ou quebradas – 1.000Kg
*Energia elétrica – 450 Kwh		*Resíduos retidos no sistema de controle da poluição atmosférica.
*Materiais de embalagem: Papel/ papelão: 18 ton/mês; Plástico: 200 rolos/mês; Pallets de Madeira: 300 und.	<b><u>Classificação e Embalagem</u></b>	*Resíduos de embalagens; Papel/ papelão: 3.000kg
		*Plástico: 200kg
		*Pallets de Madeira quebrados: 334 unid
		*Peças trincadas e/ou quebradas: 10%

Fonte: Elaboração própria (2012).

**a) - Extração da Matéria-prima:** A exploração é feita em lavra própria, em sua maioria tendo pouco material comprado de terceiros, de forma mecanizada com a utilização de maquinários apropriados, para o desmonte e retirada do mineral, dessa forma, os

minerais são transportado para a empresa local para moagem do material, onde o mineral passa pelo seu primeiro processo de beneficiamento até o seu destino final. Para que os minerais cheguem ao seu destino final são percorridos em média aproximadamente 230 km, em caminhões britens até a fábrica. **Impactos ambientais:** Foram detectados danos a flora, fuga da fauna, degradação do meio ambiente, deposição de sedimentos e partículas com o processo de extração. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Mapeamento de extensão da jazida de argila para evitar degradação ambiental da região; Melhorias nas condições de armazenamento da matéria-prima, definições de sistemas para sua alimentação e utilização de estoque, a fim de evitar perdas de matéria-prima; Remoção da terra acumulada sobre a jazida, juntamente com a vegetação e reservá-la para um futuro trabalho de recomposição do terreno, após a extração do minério.

**b) - Pré-secagem:** Inicia-se com a recepção das matérias-primas Filito, Talco e Argilas no pátio de estocagem. Após as devidas análises em laboratório, a enchedeira CAT 9.24, pega o material, e abastece ao caixão alimentador do setor de Preparação de massa. **Impactos ambientais:** O manuseio e processamento da argila e de outras matérias-primas da indústria cerâmica levam à formação de pós, que podem ser dispersos no ambiente e causar problemas respiratórios. A armazenagem da argila fora de silos ou galpões ocasionam a dispersão de partículas de pó, causando danos a saúde ambiental, modificando a qualidade do ar, como também a saúde humana, através de problemas respiratórios. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Implantação de uma barreira vegetal “cerca viva” para a contenção de dispersão de material particulado.

**c) - Mistura:** Na preparação da massa são dadas suas devidas proporções, conforme balanceamento de massa feito pelo departamento técnico, que segue após a dosagem do material através de correias transportadoras para o setor de moagem. **Impactos ambientais:** Durante esse processo observa-se, que é vasto a quantidade de resíduos e efluentes oriundos da limpeza dos equipamentos, material particulado e ruídos. **Sugestão de medidas e Produção mais Limpa:** Implantação de sistemas de ventilação local exaustora nas áreas de preparação e moagem de argilas para evitar emissão de material particulado para atmosfera, bem como retorno do material coletado para o processo; Isolamento/encapsulamento da área.

**d) - Moagem a úmido:** Possui uma barreira com 18 moinhos de 14.400 l cada, e onde é feita a carga da massa, misturando com água e silicato, percorrendo um tempo de moagem de 5 horas. **Impactos ambientais:** Na via úmida, a matéria-prima é moída úmida em moinhos de bolas por meio de mistura com água até um conteúdo de umidade de 42%

do peso seco. Após a granulação o material é secado até um conteúdo de umidade de 5-6%. Dessa forma, observa-se que o processo por via úmida consome quatro vezes mais água do que o processo por via seca, o que indica também uma maior possibilidade de reuso. Inclusive quase toda a água volta para o processo produtivo, sendo assim, a empresa faz o seu reuso. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Isolamento/encapsulamento da área de moagem, para evitar dispersão de pó e emissão de ruídos; implantação de operação contínua para o processo de moagem em via úmida; Descarga dos moinhos, utilizando como critérios a análises da temperatura e não do tempo de moagem; Implantação de sistemas de variadores de frequência ou inversores, que permitam o ajuste da velocidade de rotação do motor, em função da curva de moagem, para reduzir o consumo de energia.

**e) - Atomização:** Após a moagem a massa viscosa, agora chamada de barbotina, é descarregada nos tanques de barbotinas, onde a mesma é agitada continuamente e bombeada para o setor de atomização. A Atomização sendo submetida ao calor, perdendo água em forma de vapor, liberada na atmosfera, e transformando a parte sólida em material particulada (pó), com granulometria e umidade aproximada de 7,5 a 8%, especificada pelo controle de qualidade. O combustível utilizado no atomizador é o coque de petróleo. No atomizador existe o abatedor de pó úmido, onde acontece o despoeiramento através da umectação do material particulado expelido pela chaminé, evitando desta forma que este seja expelido na atmosfera. **Impactos ambientais:** Apesar de se ter o abatedor de pó úmido ainda acontece a dispersão de pó, o gasto de energia, e posteriormente a poluição sonora, sendo de fundamental importância o uso de protetores auditivos. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Isolamento térmico dos dutos e corpos do atomizador para redução do consumo de energia; Controle da depressão e temperatura no corpo do atomizador; Controle da pulverização da barbotina, pelo controle da pressão e manutenção dos bicos do atomizador; Instalação de ciclones interligados ao atomizador para captura de material particulado e recuperação deste para o processo.

**f) - Prensagem:** Após a atomização, a massa segue através de correias transportadoras para silos, passando aproximadamente 48 horas armazenadas, tempo necessárias para haver uma boa homogeneização. Dos silos o pó segue para o setor de prensas (SACMI), em número de seis, onde se processa a conformação dimensional do produto a ser fabricado (10x10;20x30; 40x40), com pressão variando de 180 a 450kg/cm<sup>2</sup>, de acordo com o formato produzido na linha. **Impactos ambientais:** Por prensagem, a taxa

de emissões é de aproximadamente 5nm<sup>3</sup> de ar/Kg de matéria-prima processada e a concentração de particulado é de aproximadamente 7g de pó/Kg de matéria-prima processada. Observa-se a emissão de gases por esse processo de produção, uma vez que os trabalhadores são obrigados a utilizarem máscaras de proteção. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Uso de prensas de alta eficiência, para menor consumo de energia; Controle da granulometria, da pressão e da compactação durante a prensagem para reduzir perdas no processo; Implantação ou redimensionamento de sistemas de ventilação local exaustora e de captação de pó no local de saída das peças na prensa para evitar dispersão de material particulado; Instalação de sistemas para coleta de rejeitos das prensas, para evitar perdas e reincorporá-los ao processo produtivo; Redução do uso do vapor pelo aproveitamento de fontes secundária, nas salas de fundição.

**g) - Secagem:** Após a prensagem do produto (biscoito), segue para o secador horizontal de marca ENAPLIC, onde é submetido a uma temperatura de aproximadamente 280°C e ciclo de 20 minutos, onde ocorre a redução de umidade de 5 para 0,5%. **Impactos ambientais:** Nota-se um vasto consumo de energia, já que os secadores são movidos a gás natural, não há um controle por parte da empresa no que tange as emissões atmosféricas. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Controle da circulação do ar de secagem para a otimização do processo e economia de energia/combustível.

**h) - Esmaltação:** Ao secador o produto segue através de correias transportadoras para o setor de esmaltação onde as peças recebem uma camada de esmalte (vidrado mais corantes) para em seguida serem submetidas ao forno. **Impactos ambientais:** A geração de resíduos do material de esmaltação. Dessa forma, para conferir a coloração dos esmaltes são utilizadas matérias-primas tóxicas, assim como resíduo de tintas, e não foram identificadas práticas de reciclagem para essa etapa. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Implantação de um programa de redução/substituição do uso de substâncias tóxicas na formulação dos esmaltes, para redução das emissões de poluentes tóxicos durante o processo de queima; Uso de aplicador de esmalte do tipo cascata, através do qual uma cortina retilínea de esmalte é injetada com ou sem pressão, reduzindo o consumo de esmalte utilizado; Implantação de sistemas de exaustão e de lavador de gases na linha de esmaltação para evitar dispersão de material particulado e liberação de substâncias tóxicas para a atmosfera; Uso de esmaltação a seco que reduz o consumo de água e a perda de materiais; Implantação de sistemas de interrupção automática da aplicação de esmalte, quando ocorrem falhas na seqüência de apresentação da peça na esteira.

**i) - Queima:** É feita no forno a rolo SITI (forno contínuo) onde é realizada a queima e sinterização do produto a uma temperatura média de 1.180°C e tempo de ciclo médio há 35 minutos. **Impactos ambientais:** Nota-se que há um vasto número de peças trincadas ou quebradas neste processo, gerando mais resíduo para o processo produtivo, também não há controle sobre as emissões atmosféricas. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Controle da pressão na câmara de queima (excesso de ar) para redução do consumo de energia/combustível; Redução/eliminação de pontos de infiltrações de ar para melhorar o processo de queima e reduzir o consumo de energia; Pré-aquecimento de carga de um forno com gases de resfriamento de outro forno.

**j) - Classificação e Embalagem:** O produto acabado segue para o setor de embalagem, final da linha de produção, onde ocorre à seleção, de forma visual, e onde as peças são marcadas com um lápis sinalizador e ou marcação eletrônica, e posteriormente embalados (encaixotados) nas Maquinas Embaladoras (NUOVAFIRMA) e arrumadas no paletizador (Robô). **Impactos ambientais:** Nota-se um vasto consumo de materiais como: papelão, plásticos para embalagens e madeiras neste processo. Uma vez que depois de selecionadas as cerâmicas são embaladas em caixas de papelão, posteriormente essas caixas são empilhadas de acordo com: tamanho, cores e detalhamentos da cerâmica, com isso, usa-se o plástico para segura-la melhor na empilhadeira. **Sugestão e medidas de Produção mais Limpa:** Segregação de embalagens definidas ou impróprias para o uso, que são recicladas; Recuperação e reuso de palletes no armazenamento.

Como podem ser observadas no quadro 01, todas as etapas do processo produtivo são geradoras de resíduos, porém, as mais críticas são: a extração e a esmaltação. A geração de resíduos no processo de extração, em grande parte é gerada pela forma de extração, onde há uma considerável geração de emissões de pó em suspensão, mudando assim a paisagem verde local, como também o gasto com combustível pelo seu distanciamento da matriz para o seu beneficiamento. No tocante ao processo de esmaltação, pelo fato da utilização de matérias-primas tóxicas, com também a geração aos resíduos de tintas, são formas de geração de resíduos que prejudicam tanto ao ambiente como ao ser humano, não foi observado práticas ambientais para o mesmo.

Todas as sugestões acima apontadas devem passar pela viabilidade econômica/financeira da empresa. A seguir são apresentadas as práticas ambientais já utilizadas pela empresa, os tipos de resíduos gerados, assim como sua destinação final (ver Quadro 2).

Quadro 2- Atitudes de P+L utilizadas pela empresa

Tipos de Rejeitos			Atitudes P+L			
Rejeito	Origem	Composição	1. Não geração de resíduos	2. Minimização	3. Reaproveitamento do resíduo	4. Reciclagem
Óleos lubrificantes	Pá carregadeira	Óleos	-	-	-	Reciclado-fora da empresa
Tonel de metal	Embalagem das bolas de aço	Metais	-	-	-	Reciclado-fora da empresa
Restos de massa mineral	Moagem	Material sólido retidos das peneiras de massa malha.	-	-	Reutilização na massa cerâmica	-
Efluentes	Proveniente da lavagem do piso, tinas e moinhos de esmalte.	Água+sólido da massa e esmalte	-	-	Reutilização	-
Caco de cerâmica	Queima e classificação/ Embalagem	Quebra do revestimento cerâmico com defeitos.	-	-	Reutilização para pavimentação, em empresas do grupo.	-
Resíduos de madeiras	Embalagem	Sucata de madeira	-	-	Pela queima, em empresas do grupo.	Resíduos de madeiras
Restos de Papel e Papelão	Embalagem	Sucata de papel e papelão.	-	-	Venda para terceiros	Restos de Papel e Papelão
Metais ferrosos		Sucata de ferro	-	-	Venda para terceiros	Metais ferrosos
Fita pet	Embalagem	Plástico	-	-	Venda para terceiros	Fita pet
Lâmpadas fluorescentes	Fabrica	Vidros e outros	-	Incinerador-fora da fábrica	-	Lâmpadas fluorescentes
EPIs	Uso individual	Sólido	-	Incinerador-fora da fabrica	-	EPIs

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

A empresa Gama faz relatórios anuais de todos os rejeitos produzidos. Como pode ser visto no quadro acima, a empresa é geradora de resíduo em todas as etapas de produção, se tratando do processo de minimização, as ações desenvolvidas pela empresa referem-se ao uso de lâmpadas fluorescentes e EPIs de alta qualidade e durabilidade. Com relação ao reaproveitamento dos resíduos boa parte deles, como: os efluentes, os restos de massas cerâmicas, voltam para o processo produtivo para reutilização, os cacos de cerâmica que é a própria empresa que faz a reutilização, pavimentando outras empresas do grupo, os demais rejeitos são destinados a empresas que possuem licença ambiental em seus respectivos estados, para transporte, tratamento e ou destinação de tais resíduos.

Quanto às atividades de reciclagem, constitui a atividade mais adotada, inclusive se constituindo fonte de renda pela venda dos resíduos. Tais atividades confirmam a prática do discurso hegemônico sobre a política dos 3R's, apontado por Layaques (2002), onde há reciclagem, termina por reverter e ordenar as propriedades. Dessa forma, a pesquisa não disponibilizou de análises, onde pudesse averiguar a iniciativa dos 3R's, ficando a não geração dos resíduos, ainda difícil de ser implantada, uma vez que, a mesma ainda não dispõe de técnicas que possam por em prática esse primeiro R, o que confirma empiricamente a inversão de prioridades no uso da pedagogia dos 3'R conforme Layordes (2002).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando o caráter preliminar dos resultados apresentados neste trabalho, cabe destacar que as oportunidades de medidas de P+L, além dos ganhos ambientais advindos resultarão em ganhos econômicos, entretanto, faz necessário uma avaliação econômico-financeira de tais medidas. Dentro do processo produtivo, todas as etapas geraram rejeitos, ficando a extração e esmaltação como etapas mais críticas, pois, são rejeitados cerca de 10% do processo, e não é feito nenhum processo para reutilização ou reciclagem desses rejeitos gerados, dessa forma, essas etapas expõem as matérias-primas tóxicas, podendo causar danos ao meio ambiente e a saúde humana.

Com relação aos impactos gerados, foram detectados: danos à flora, à fauna, deposição de sedimentos e partículas, este em quase todas as etapas do processo produtivo, emissão de ruídos, gasto d'águas e energia, poluição sonora, geração de resíduos de tintas,

geração de cacos de cerâmicas, vasto consumo de papelão, plástico e madeira. É importante salientar que as oportunidades geradas podem melhorar o processo produtivo, cabendo a Empresa Gama analisar quais são plausíveis ao seu processo para que se possam implementá-la.

Por tanto, constata-se que essas oportunidades, são de fundamental importância para a empresa, onde otimizaria o consumo de matérias-primas, água e energia, através das análises dos 3R's reduziria a formação de rejeitos no início, assim com, no fim do seu processo produtivo. Com isso, formaria melhorias ambientais que poderiam andar juntas das suas melhorias econômicas, fazendo com que essa empresa num futuro próximo garantisse mais competitividade e melhorias à qualidade ambiental dos seus produtos e processos.

Com base nos resultados da pesquisa, pode-se inferir que a situação do seguimento cerâmico é preocupante no tocante as questões ambientais. Mesmo considerando que os dados da pesquisa não podem ser generalizados, por se tratar de um estudo de caso, mas a empresa estudada é bastante representativa no setor, pois, por um lado, é uma das maiores no país em termos de produção, e por outro lado, destaca-se pelas inovações tecnológicas utilizadas que resultam em produtos com altos níveis de qualidade sendo as questões ambientais não tratadas com o mesmo empenho ou destaque. As práticas ambientais ainda são incipientes quando comparadas com os avanços técnicos econômicos alcançados nos últimos anos.

Por fim, espera-se que este estudo venha a contribuir para outras pesquisas no setor, onde o mesmo encontra-se ainda incipiente quanto ao número de estudos realizados no mesmo. Uma vez que, a atividade vem crescendo muito, sendo o Brasil um dos destaques mundiais em produção e consumo de Revestimento Cerâmico.

## **REFERÊNCIAS**

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmicas. Disponível em: <http://www.abceram.org.br/site/?area=2&submenu=20>. Acesso em: 28 mar. 2012.

ANFACER- Associação Nacional dos Fabricantes de Revestimentos Cerâmico. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/>. Acesso em: 23 mar. 2012.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Pmaisl**. Disponível em: [http://www.cebds.org.br/cebds/ecopmaisl-rede\\_brasileira.asp](http://www.cebds.org.br/cebds/ecopmaisl-rede_brasileira.asp). Acesso

em: 14 abr. 2012.

CETESB. SMA. **Relatório sobre Produção mais Limpa e Consumo Sustentável na América Latina e Caribe**. São Paulo: PNUMA/CETESB, 2005.

CNTL - CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS - SENAI. **Manual 1 de Produção mais Limpa**. UNIDO / UNEP / CNTL / SENAI/RS. 2000.

\_\_\_\_\_. A produção mais limpa como um fator do desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-4suten.htm>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

\_\_\_\_\_, Cinco fases da Implantação de técnicas de Produção mais limpa. Porto Alegre: CNTL – SENAI/RS, 2003. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

MACHADO, Solange Aparecida. **Dinâmica dos arranjos produtivos locais**: um estudo de caso em Santa Gertrudes, a nova capital cerâmica brasileira.

MANUAL BÁSICO DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA DE REVESTIMENTO- Departamento Técnico – Empresa em Estudo.

OLIVEIRA, M. C. **Guia Técnico Ambiental da indústria de cerâmicas branca e de revestimentos**. In: OLIVEIRA, M. C; MAGANHA, M. F. B. - São Paulo: CETESB, 2006. 84p.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos\\_019.htm](http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos_019.htm)>. Acesso em: 10 mar 2012.

# ANÁLISE DA TENDÊNCIA LINEAR DE EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO INTENSA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL

A. C. da Silva Queiroz<sup>1</sup>, B. G. Bezerra<sup>2</sup> e C. M. Santos e Silva<sup>3</sup>

**RESUMO:** O semiárido brasileiro está exposto a uma degradação ambiental que reflete sobre seus recursos naturais, tornando vulnerável uma população de aproximadamente 24 milhões de pessoas. A região em questão apresenta uma alta variabilidade climática, com regime de chuvas marcado pela irregularidade (espaço/tempo). Neste sentido, o objetivo deste estudo é analisar a tendência da precipitação mensal acumulada e dos eventos de precipitação intensas em diferentes localidades no semiárido do Brasil. Para isso foram usados dados de cinco postos pluviométricos da rede hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA) no período de 1972 a 2002. As análises de tendência revelam diminuição tanto na chuva acumulada mensal, quanto em nos máximos mensais, com destaque para o sítio localizado no sertão da Paraíba.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mann-Kendall; Tendência linear; Eventos extremos.

**ABSTRACT:** Brazilian semiarid is exposed to environmental degradation that reflects on its natural resources, making vulnerable a population of about 24 million people. This region presents a high climate variability, with the rainy season very irregular (space/time). In this sense, the objective of this study is to analysis the trend of monthly precipitation and extreme precipitation events in different sites on brazilian semiarid. Therefore were used data from five rain gauge of hidrometeorological network from National Agency of Water (Agência Nacional de Águas ANA) during 1972 to 2002 period. The trend analysis showed a decrease on monthly precipitation as well as in maximum monthly, emphasized to Paraíba's semiarid site.

**KEYWORDS:** Mann-Kendal; Linear trend; Extreme events.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Meteorologia, Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal-RN, Fone: (084) 98888-0759, amanda.2809@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Meteorologia, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Ciência Atmosférica e Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal-RN

<sup>3</sup> Doutor em Meteorologia, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Ciência Atmosférica e Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal-RN

## INTRODUÇÃO

O Nordeste Brasileiro (NEB) abrange desde regiões semiáridas, com regime de chuvas irregular, até regiões que apresentam precipitação anual superior a 1.500 mm. Especificamente o semiárido do NEB (SNEB) tem como traço principal as frequentes secas (MOURA; SHUKLA, 1981; MO; BERBERY, 2011) que tanto podem ser caracterizadas pela escassez quanto pela alta variabilidade espacial e temporal das chuvas. Em consequência, a região em questão é bastante propensa a uma forte degradação ambiental, refletindo fortemente em seus recursos naturais, o que torna a sua população de quase 24 milhões de pessoas vulnerável.

De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC; AR54), o SNEB é uma região altamente susceptível às mudanças climáticas e devido a sua alta variabilidade espacial. Por outro lado, trata-se de uma região em que são observados eventos extremos de precipitação (CARVALHO et al., 2004; GRIMM; TEDESCHI, 2009; LIEBMANN et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014). A variabilidade interanual das condições da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Pacífico – o El Niño Oscilação Sul (ENOS) - associada a variabilidade interanual dos gradientes inter hemisféricos do Atlântico (DE SOUZA et al., 2005; BEZERRA et al., 2014) criam condições favoráveis ou desfavoráveis à ocorrência de anos com chuvas abaixo da normal ou acima da normal. Segundos esses autores, em geral, a ocorrência de fase fria do ENOS com o gradiente do Atlântico em direção ao Sul indica excesso de chuva no NEB, o contrário ocorre em anos com precipitação abaixo do normal.

Apesar da associação do SNEB com eventos de seca, estudos recentes (p.e, OLIVEIRA et al., 2014) sugerem que anos com chuva acima da média são normalmente associados a eventos extremos de precipitação. Essas chuvas extremas são importantes, pois são responsáveis por suprir a demanda de água para os grandes reservatórios do SNEB. Além disso, são as ocorrências dessas chuvas que criam condições favoráveis para políticas públicas de mitigação e convivência com a seca, por exemplo, o programa federal de construção de cisternas. Sendo assim, faz-se necessário entender a ocorrência, sazonalidade e tendências desse tipo de eventos sobre o SNEB. Neste contexto, a pesquisa objetivou analisar a variabilidade e possíveis tendências na intensidade de máximos mensais de precipitação na região do SNEB.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se os máximos mensais e a precipitação acumulada mensal de um conjunto de dados fornecidos pela rede hidrometeorológica gerenciada pela Agência Nacional de Águas (ANA). O período de dados foi de 30 anos (1972-2002). Os dados passaram por várias etapas, a fim de serem organizados para serem utilizados da melhor forma possível. Na filtragem considerou-se a quantidade de falhas para cada estação do município do semiárido e foram escolhidas as estações que apresentavam o menor número de falhas durante o período estudado. As estações escolhidas estão descritas na tabela abaixo.

Tabela 1- Município em que está localizada a (s) estações escolhidas para o estudo

<b>Código</b>	<b>Local</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>	<b>Meses faltantes</b>
<b>00940018</b>	Juazeiro-BA	-9,56°	-40,65°	377 m	1
<b>01240012</b>	Itaeté-BA	-12,99°	-40,96°	299 m	11
<b>00535038</b>	Ielmo Marinho-RN	-5,85°	-35,52°	99 m	16
<b>00741003</b>	Itainópolis-PI	-7,45°	-41,48°	210 m	28
<b>00737006</b>	Piancó-PB	-7,21°	-37,93°	250 m	14

Para a verificação de tendências, foi utilizado o teste de Mann-Kendall na série de dados. O teste de Mann-Kendall é não-paramétrico (MANN, 1945; KENDALL, 1975) e verifica tendências de longo prazo em séries temporais que não necessitam apresentar uma distribuição de probabilidade específica. A hipótese nula ( $H_0$ ) é que não existe tendência linear na série. Por outro lado, a hipótese alternativa ( $H_1$ ) é que existe uma tendência de crescimento ou decréscimo com o passar do tempo.

O teste de Mann-Kendall é determinado através da estatística  $Z$ , cujo cálculo segue os seguintes passos: i) os dados  $x_i$  são comparados dois a dois, através da diferença entre um elemento posterior e um elemento anterior; ii) se a diferença for positiva, atribui-se o valor 1 para a variável  $S$  (Equação 1), caso contrário,  $S = -1$ , por outro lado  $S = 0$  caso não exista diferença entre os dois dados. Esse procedimento é realizado até que todos os  $n$  elementos tenham sido comparados dois a dois.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{ sinal}(x_j - x_k) \quad (1)$$

$$\text{ sinal}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1, se(x_j - x_k) > 0 \\ 0, se(x_j - x_k) = 0 \\ -1, se(x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Para uma série temporal que possua mais de 10 valores, o valor de  $S$  não é suficiente para afirmar se alguma das hipóteses é verdadeira dentro de um determinado nível de significância. Dessa forma, o próximo passo é calcular a variância  $Var(S)$  da série temporal  $S$ , da seguinte forma:

$$Var(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)]}{18} \quad (3)$$

Sendo  $q$  o número de grupos que apresentam repetições, ao passo que  $t_p$  representa a quantidade de dados no  $p$ -ésimo grupo. No caso em que  $n > 10$  (como é o caso do presente artigo) a variável normal padronizada ( $Z$ ) é calculada, da seguinte forma (DOUGLAS et al., 2000):

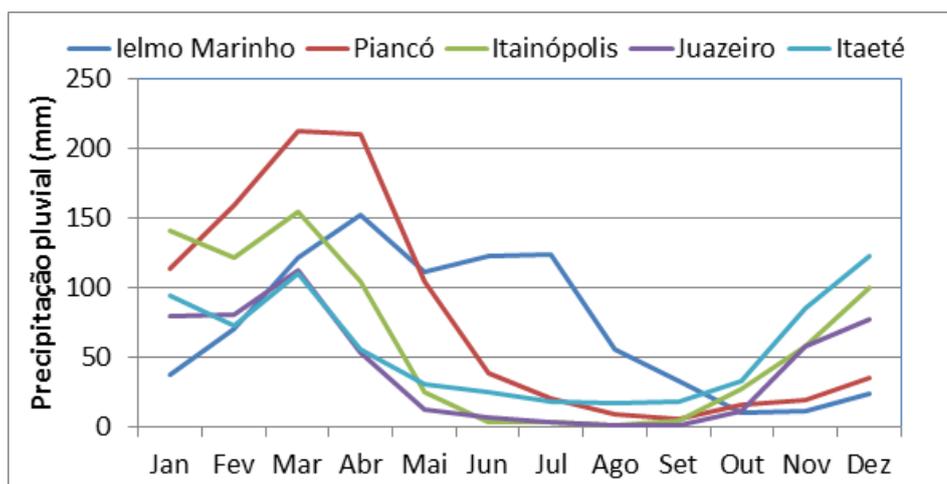
$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}}, se S > 0; \\ 0, se S = 0; \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}}, se S < 0. \end{cases} \quad (4)$$

O valor de  $Z$  é utilizado como parâmetro para avaliar se existe alguma tendência que possua significância estatística. Valores positivos de  $Z$  indicam tendência de crescimento, enquanto que valores negativos de  $Z$  indicam tendência de decréscimo. Por outro lado, o nível de significância estatística é baseado em valores limítrofes de uma tabela de distribuição normal. Aqui consideramos vários níveis de significância: 0,1%; 1,0%; 5,0%; 10,0%.

## RESULTADOS

Na Figura 1 apresenta-se a climatologia da precipitação para as cinco localidades. As estações de Piancó, Itainópolis, Juazeiro e Itaeté apresentam sazonalidade típica de regiões tropicais da América do Sul, com máximos no período do verão e outono e mínimo no inverno. Piancó apresenta valores acima de 220 mm nos meses de Março e Abril associada a migração zonal da Zona de Convergência Intertropical e a atividade convectiva local. Por outro lado, Itainópolis, Juazeiro e Itaeté apresentam médias abaixo de 150 mm para esse mesmo período em função de serem localizados mais a Sul e na parte mais central da região semiárida, concordando com a análise de Oliveira et al. (2014). A precipitação em Ielmo Marinho, RN, apresenta um padrão bimodal com um máximo principal em Abril, associado com a ZCIT, e um máximo secundário em Julho, típico de regiões próximas ao litoral e que sofrem a influência de distúrbios ondulatórios de leste, conforme sugerido por Torres e Ferreira (2011).

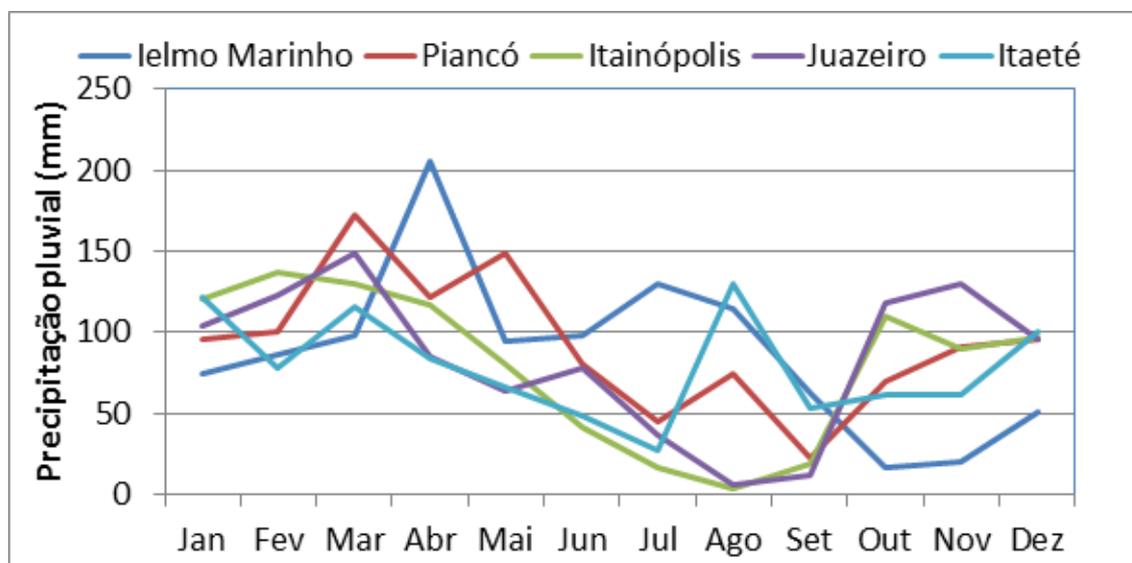
Figura 1 – Climatologia da precipitação do período 1972-2002 para as cinco localidades de estudo



Os valores máximos mensais registrados são apresentados na Figura 2. Durante a estação chuvosa as chuvas podem variar de 110 mm (março) em Itaeté até 205 mm (abril) em Ielmo Marinho. Chama atenção a precipitação registrada no período seco (agosto) em Itaeté, que superou os 130 mm. De acordo com análises regionalizadas de chuva extrema Oliveira et al. (2014) mostrou que esporadicamente na região semiárida é possível identificar precipitação diária acima de 160 mm; portanto, concordando com os valores apre-

sentados. O mesmo ocorre em Juazeiro durante o período de transição (Outubro e Novembro) onde registrou-se evento de precipitação acima de 140 mm, possivelmente associado a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul.

Figura 2 – Precipitação máxima mensal registrada durante o período de 1972 a 2002



A análise da tendência linear via teste de Mann-Kendall é apresentada na Tabela 2. Em todos os casos a tendência linear foi negativa, indicando diminuição tanto da precipitação máxima mensal, quanto da precipitação acumulada. Em Piancó a redução ocorreu no período seco e no período chuvoso, com redução maior em fevereiro (-7,44 mm) e menor em junho (-0,89 mm). A precipitação acumulada anual também apresentou diminuição nessa localidade. Os valores máximos apresentaram diminuição nos meses chuvosos.

Tabela 2 – Resultado do teste de tendência linear de Mann-Kendall. Para cada localidade apresenta-se a tendência linear do acumulado mensal (ou anual) e da precipitação máxima mensal. A primeira coluna indica os locais e os meses em que a tendência foi estatisticamente significativa, a segunda indica o valor do teste (Z) a terceira o p-valor e na quarta o coeficiente angular da reta de tendência indicada em mm

<b>Piancó</b>			
<b>Acumulado</b>	<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>S (mm)</b>
Fevereiro	-2,94	< 0,01	-7,44
Março	-2,79	< 0,01	-5,04

Abril	-2,48	< 0,05	-6,53
Junho	-1,82	<0,10	-0,89
Julho	-2,63	< 0,01	-1,12

---

**Piancó**

<b>Acumulado</b>	<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>S (mm)</b>
Anual	-2,72	<0,01	-23,05
<b>Máximos</b>			
Fevereiro	-1,72	< 0,10	-0,86
Março	-1,96	< 0,05	-1,00
Julho	-2,32	< 0,05	-0,62

---

**Ielmo Mari-  
nho**

<b>Acumulado</b>	<b>Z</b>	<b>p-valor</b>	<b>S (mm)</b>
Setembro	-1,88	< 0,10	-0,88

---

**Itaeté**

<b>Acumulado</b>			
Outubro	-1,87	< 0,10	-1,15
<b>Máximo</b>			
Maio	-1,90	< 0,10	-0,42
Outubro	-1,87	< 0,10	-0,58
Dezembro	1,78	< 0,10	1,09

---

**Juazeiro**

<b>Acumulado</b>			
Abril	-1,86	< 0,10	-1,92

Para as outras localidades a diminuição foi menos acentuada, destacando-se a região de Itaeté que registrou diminuição da precipitação máxima mensal em Maio, Outubro e Dezembro, que são meses de transição entre o período seco e chuvoso. A região de Juazeiro, que se destaca por apresentar perímetros irrigados usados na agricultura, apresentou diminuição do acumulado mensal em Abril, que é o período chuvoso. Esses resul-

tados a princípio contradizem algumas pesquisas divulgadas pelo IPCC (2007), que indicam aumento da intensidade de eventos extremos de precipitação ao redor do globo. Contudo, análises regionais, tal como apresentada nesse artigo podem não ser suficientes para fins de comparação. Logo, faz-se necessário um número maior de pesquisas nessa área.

## CONCLUSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar a tendência da precipitação mensal acumulada e dos eventos de precipitação intensas em diferentes localidades no semiárido do Brasil. Para isso foram utilizados dados de cinco postos pluviométricos da rede hidrometeorológica da ANA. Utilizaram-se os máximos mensais e a precipitação acumulada de cada mês de um conjunto de dados do período de 1972-2002. Para a verificação de tendências foi utilizado o teste de Mann-Kendall na série de dados. Em todos os casos estudados a tendência linear foi negativa, apontando uma diminuição tanto da precipitação máxima mensal, quanto da precipitação acumulada mensal. Na cidade de Piancó, a redução ocorreu no período seco e no período chuvoso, com redução maior no mês de fevereiro, exatamente -7,44 mm, e menor em junho, -0,89 mm. Nessa localidade houve também uma diminuição da precipitação acumulada anual. Para as outras regiões a diminuição não foi tão acentuada, chamando atenção a cidade Itaeté que registrou diminuição da precipitação nos meses de transição entre o período seco e chuvoso. A região de Juazeiro apresentou diminuição do acumulado mensal em Abril, que é o período chuvoso.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. C.; CHAVES, R. R.; SANTOS E SILVA, C. M. Influence of the Tropical Atlantic Ocean Sea Surface Temperature in the Eastern Northeast Brazil Precipitation. **Atmospheric and Climate Science**, v. 04, p. 874-883, 2014.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationships with intra-seasonal to inter-annual activity and extreme rainfall. **Journal of Climate**, v. 17, p. 88–108, 2004.

DE SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. Intraseasonal and submonthly variability over the Eastern Amazon and Northeast Brazil during the autumn rainy season.

**Theoretical and Applied Climatology**, v. 81, p. 177–191, 2005.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R. G. ENSO and extreme rainfall events in South America. **Journal of Climate**, v. 22, p. 1589–1609, 2009.

IPCC. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. **Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, PARRY, M. L.; CANZIANI, O. F.; PALUTIKOF, J. P.; VAN DER LINDEN, P. J.; HANSON, C. E. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, 976pp.

KENDALL, M. G. **Rank correlation methods**. London: Charles Griffin, 1975. 120p.

LIEBMANN, B.; KILADIS, G. N.; ALLURED, D.; VERA, C. S.; JONES, C.; CARVALHO, L. M. V.; BLADE, I.; GONZALES, P. L. M. Mechanisms associated with large daily rainfall events in Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 24, p. 376–396, 2011.

MANN, H. B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v.13, p.245-259, 1945.

MO, K. C.; BERBERY, E. H. Drought and persistent wet spells over South America based on Observations and the U.S. CLIVAR Drought Experiments. **Journal of Climate**, v. 26, p. 1801–1820, 2011.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 38, p. 2653–2675, 1981.

OLIVEIRA, P.T. **Estudo estatístico sobre eventos de precipitação intensa no Nordeste do Brasil**. Natal, 2014. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas), UFRN, 98p. 2014.

OLIVEIRA, P. T.; SANTOS E SILVA, C. M.; LIMA, K. C. Linear trend of occurrence and intensity of heavy rainfall events on Northeast Brazil. **Atmospheric Science Letters**, v. 15, p. 172-177, 2014.



# ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO E EROSIVIDADE EM CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS – PIAUÍ

Hudson Ellen Alencar Menezes<sup>1</sup>, Raimundo Mainar de Medeiros<sup>2</sup>, Leandro Fontes de Sousa<sup>2</sup> e Hamstrong Ellen Alencar Menezes<sup>3</sup>

**RESUMO:** O presente estudo tem o objetivo de analisar o comportamento das condições hídricas e edáficas no município de Bom Jesus – PI, baseando-se em cenários climáticos futuros. O Balanço Hídrico climatológico foi estimado conforme o método de Thornthwaite (1948) e Mather (1955) utilizando-se dados de precipitação e temperatura média no período de 1960 a 2014. Esses dados foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e são trabalhados sem cenários determinados conforme com a metodologia do IV Relatório do IPCC, que prevê num cenário pessimista (A2), a redução de 20% da chuva e o aumento de 4°C na temperatura média do ar. Num cenário otimista (B2) o IPCC prevê uma redução de 10% da precipitação e o aumento de 1°C da temperatura do ar. O valor anual da evapotranspiração potencial foi de 1.573,9 mm para o cenário normal, 1.789,1 para o cenário B2 e 2843,7 para o cenário A2, o que corresponde a 62,6%; 55,04% e 34,63% da precipitação anual (984,8 mm), respectivamente. Já os valores da evaporação real foram de 928,2; 886,2 e 787,8 para o cenário normal, B2 e A2, respectivamente. Esses valores poderão causar impactos significativos nas atividades agrícolas de sequeiro e no abastecimento de água, caso haja a confirmação dessas mudanças no clima da região. Não ocorrerão excedentes hídricos para os cenários B2 e A2. O déficit hídrico sofrerá um aumento significativo, o que provocará estresse hídrico na maioria das culturas. Eventos extremos de precipitação nos cenários B2 e A2 poderão aumentar a intensidade podendo agravar processos erosivos do solo na região. Foi constatado que a região município enquadra-se na classe de altíssima erosividade, uma vez que o índice de erosividade (R) encontrado foi de 29.504,7 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Temperatura; Chuva; Disponibilidade Hídrica; Mudanças climáticas.

## **ANALYSIS OF THE WATER BALANCE AND EROSION IN FUTURE CLIMATE SCENARIOS IN THE MUNICIPALITY OF BOM JESUS – PIAUÍ**

**ABSTRACT:** This study aims to analyze the behavior of water and soil conditions in Bom Jesus – PI city, based on future climate scenarios. The climatic water balance was estimated using the Thornthwaite method (1948) and Mather (1955) using average precipitation and temperature data from 1960 to 2014. These data were provided by the National Institute of Meteorology (INMET) and are worked in certain scenarios consistent with the methodology of the IV IPCC report, which provides a pessimistic scenario (A2), the reduction of 20% of the rain and the increase of 4°C in the average temperature of the air. An optimistic scenario (B2) the IPCC predicts a 10% reduction in rainfall and increasing 1°C air temperature. The annual value of potential evaporation was 1573.9 mm for normal scenario to scenario B2 1789.1 and 2843.7 for the A2 scenario, corresponding to 62.6%; 55.04% and 34.63% of the annual rainfall (984.8 mm) respectively. As for the real evaporation values were 928.2; 886.2 and 787.8 for the normal setting, B2 and A2 respectively. These amounts may cause significant impacts on agricultural activities rain-fed and water supply, if there is confirmation of these changes in climate. There will be no surplus water to the A2 and B2 scenarios. The water deficit will see strong growth, which will cause water stress in most cultures. Extreme rainfall events in A2 and B2 scenarios may increase the intensity can aggravate erosion of the soil in the region. It was found that the city region is part of the class of high erosivity, since the erosivity index (R) was of 29504.7 MJ mm ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** Temperature; Rainfall; Water availability; Climate change.

---

1 Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB. E-mail: hudson.ellen@ufcg.edu.br.

2 Doutorando em Meteorologia - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mails: mainarmedeiros@gmail.com2, l.f.sousa@hotmail.com3.

3 Universidade Federal de Campina Grande, Av. Universitária, s/n, Bairro Santa Cecília, Patos – PB. E-mail: hamstrong@bol.com.br.

## INTRODUÇÃO

O clima é considerado como o elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente, pois exerce influência direta tanto nos processos físicos, quanto biológicos, repercutindo na sociedade de modo geral. O clima exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre fatores bióticos e abióticos. Numa região de clima com contrastante a exemplo do sul do Piauí, o monitoramento das condições climáticas é muito importante para tomada de decisões que tragam benefício para população. O conhecimento do clima é de suma importância para auxiliar no planejamento da época de cultivo e o manejo a ser realizado durante o ciclo de uma cultura.

As constantes mudanças no clima estão provocando aumento nas ocorrências de eventos climáticos extremos no mundo inteiro. No Nordeste do Brasil (NEB) os impactos são ainda maiores devido à grande variabilidade na ocorrência de precipitação dessa região. Os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de precipitação no NEB são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Linha de Instabilidade (LI), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Brisas (Marítima e Terrestres) e as Perturbações Ondulatórias nos ventos Alísios (POAS) em conformidade com os autores Molion e Bernardo (2002). O El Niño – Oscilação Sul (ENOS) é outro modo de variabilidade climática que influencia na ocorrência de precipitação do NEB.

No contexto do aquecimento global, outra consequência esperada é a redução dos índices pluviométricos que poderão atingir uma faixa de até 60% das médias mensais, com isto os reservatórios de armazenamento de águas ficarão vulneráveis restringindo ainda mais a quantidade de água disponível para a sobrevivência humana e animal. A fauna e a flora também sofrerão impactos significativos, algumas espécies podem entrar em extinção (MARENGO, 2011).

Medeiros et al. (2015) avaliaram o balanço hídrico e a erosividade das chuvas em função do cenário de mudanças climáticas para o município de Cabaceiras – PB. Eles utilizaram dados mensais e anuais de precipitação do período de 1926-2010. A série de temperatura para o período de 1950 a 2010 foi estimada com o auxílio Software Estima\_T seguindo a metodologia proposta pelo IPCC AR4. A Equação Universal de Perdas de Solo foi utilizada para determinar o índice de Erosividade das Chuvas (R). A análise para o cenário otimista (B2) e cenário pessimista (A2) indica situações críticas das condições do solo que ocasionarão perdas significativas para os recursos hídricos e cultivos de sequeiro.

Em outro estudo Medeiros et al. (2014) mostraram que os índices de erosividade das chuvas na área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto- PI é de altíssima concentração. Eles utilizaram dados de precipitação mensais referente ao período 1960 a 1990. O índice erosivo total de 28.429,1 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi determinado através da equação de Wischmeier e Smith (1971). Foi constatado que os maiores índices de erosividade ocorreram nos meses de novembro a abril coincidindo com período chuvoso. Já a capacidade de campo apresenta valores máximos nos meses de maio a outubro (período de estiagem) coincidindo com os menores valores de erosividade.

Um estudo de Medeiros et al. (2012) para o município de Picuí, Paraíba indica que os índices pluviométricos não serão suficientes para vários tipos de culturas, o que inviabiliza o cultivo de sequeiro, caso os cenários pessimistas sejam confirmados. O autor ainda adverte que diante de um cenário pessimista, a condição para o armazenamento de água das chuvas para o consumo humano e animal sofrerá impactos significativos, sendo necessário, portanto, o planejamento para convivência com a seca através da construção de cisternas e outros similares, que possibilitem o armazenamento de água e minimização dos impactos da falta de chuvas.

A problemática das mudanças climáticas é um dos maiores desafios socioeconômicos e científicos que a humanidade terá que enfrentar ao longo deste século. De acordo com Jenkin et al. (2005) todo o planeta sofrerá com esses impactos, mas as populações mais pobres, dos países mais vulneráveis, certamente serão as mais susceptíveis aos seus impactos negativos. Santos et al. (1998) demonstraram que o déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas poderão ser afetados conforme as previsões de mudanças climáticas.

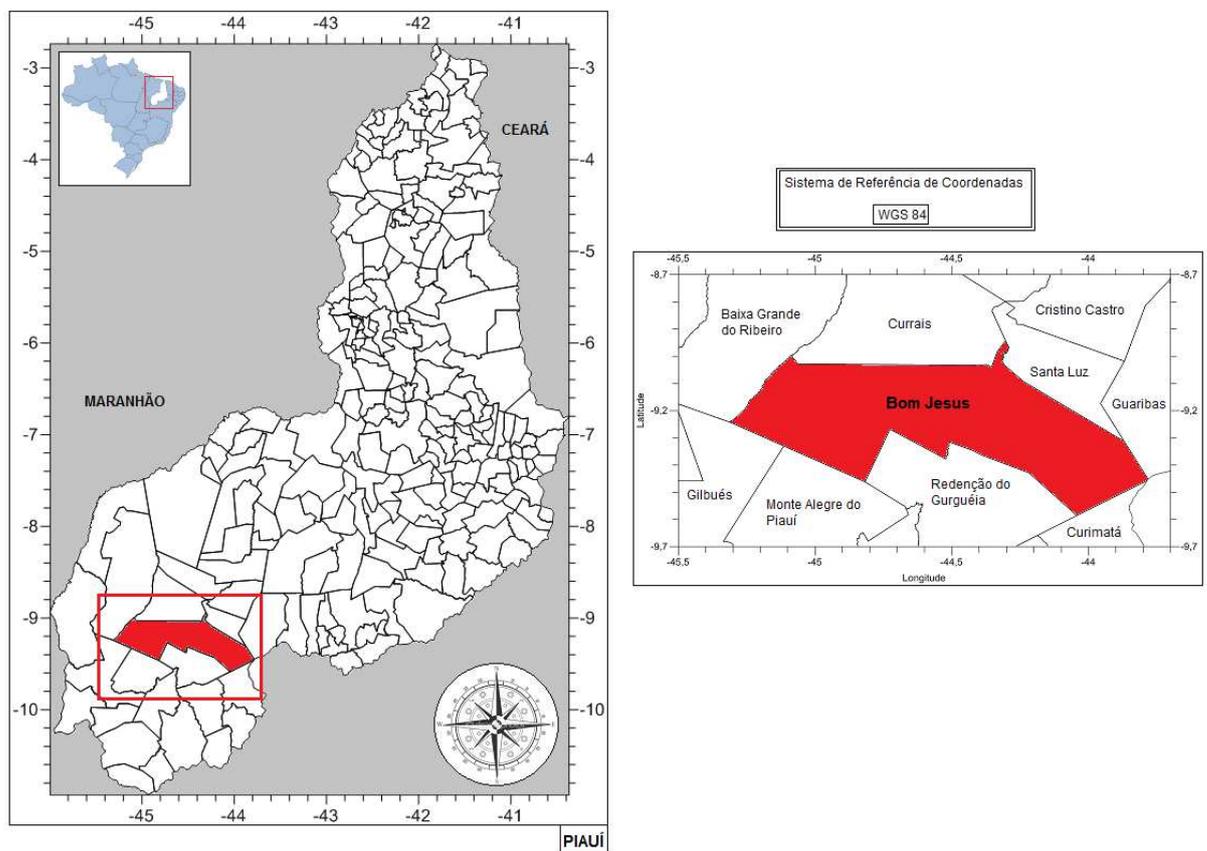
Os principais indícios do aquecimento global surgem das medições da temperatura do ar desde 1860, em todo o globo. Os dados com a correção dos efeitos de ilhas de calor mostram que o aumento médio da temperatura foi de aproximadamente 0,6°C durante o século XX, os maiores aumentos foram em dois períodos: 1910 a 1945 e 1976 a 2000 (IPCC, 2001a). Ainda de acordo com os relatórios do IPCC (2001a e 2001b), há uma projeção de um aumento médio de temperatura do planeta entre 1,4 e 5,8°C entre os anos de 1990 e de 2100. Com relação à precipitação, as previsões indicam que deve ocorrer uma redução na região tropical e subtropical e um aumento na média das regiões de latitudes mais elevadas. Na região semiárida nordestina, as estiagens dentro do período chuvoso se tornarão ainda mais graves, comprometendo a qualidade do período chuvoso da região (NOBRE et al., 2001).

O presente estudo tem como objetivo identificar impactos do aquecimento global no balanço hídrico climático e na erosividade do solo na região do município de Bom Jesus – PI. O estudo das condições hídricas e edáficas no contexto de um panorama climático futuro é de suma importância para a região, tendo em vista que o município se destaca como um importante polo agrícola de produção de grãos, a exemplo da soja, milho e arroz.

## METODOLOGIA

A área em estudo compreende o município de Bom Jesus – Piauí, localizado na latitude de 09°04' sul e na longitude de 44°21' e 220 metros de altitude (Figura 1).

Figura 1- Localização do município dentro do Estado



Fonte: CORDEIRO (2015).

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é do tipo Aw<sup>7</sup>, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno. As chuvas são formadas pelas penetrações dos vestígios das frentes frias, as contribuições das Zonas de Convergência do Atlântico Sul e os ventos alísios de sudeste e a precipitação é de 984,8 mm ano<sup>-1</sup>, a

umidade relativa do ar anual é de 58,5%, a temperatura máxima anual de 33,5°C, temperatura mínima anual de 20,4°C e a média de 27,1°C em conformidade com Medeiros (2014).

Utilizou-se de séries de dados mensais e anuais de precipitação e temperatura do ar coletados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao período de 55 anos de 1960-2014.

Os dados foram trabalhados para cenários de precipitação e temperatura do ar mensal média com redução de 10% e 1°C (cenário otimista = B2) e 20% e 4°C (cenário pessimista = A2), segundo metodologia do IV Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR4). Aplicando-se em seguida o método do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1948; 1955), desenvolvido por Medeiros (2014) em planilhas eletrônicas seguindo as formulações de Thornthwaite e Mather (1948, 1955). As médias das precipitações foram referentes à série histórica do período de 1960-2014. Utilizou-se dos dados das normais climáticas de temperatura média ponderada fornecida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 1960-2014.

A Capacidade de Água Disponível (CAD) definida como o armazenamento máximo de água no solo adotou-se em todos os cenários o valor de referência de 100 mm, conforme Thornthwaite e Mather (1955).

Para determinação do fator erosividade foi utilizada a equação (1) proposta por Wischmeier (1971) e Wischmeier e Smith (1958, 1978) definida como:

$$EI_{30} = 67,355 \left( \frac{r^2}{p} \right) e^{0,85} \quad (1)$$

sendo:

$EI_{30}$  = a média mensal do índice de erosividade das chuvas (MJ. mm ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>);

r = a precipitação média mensal (mm); e

p = a precipitação média anual (mm).

O fator R, erosividade das chuvas, permite a avaliação do potencial erosivo das precipitações de determinado local, sendo possível conhecer a capacidade e o potencial da chuva em causar erosão no solo, possibilitando práticas de manejo e ocupação adequada em conformidade com Barbosa et al. (2000) e Menezes et al. (2011). O cálculo deste fator é o somatório dos valores mensais da erosividade, conforme a equação:

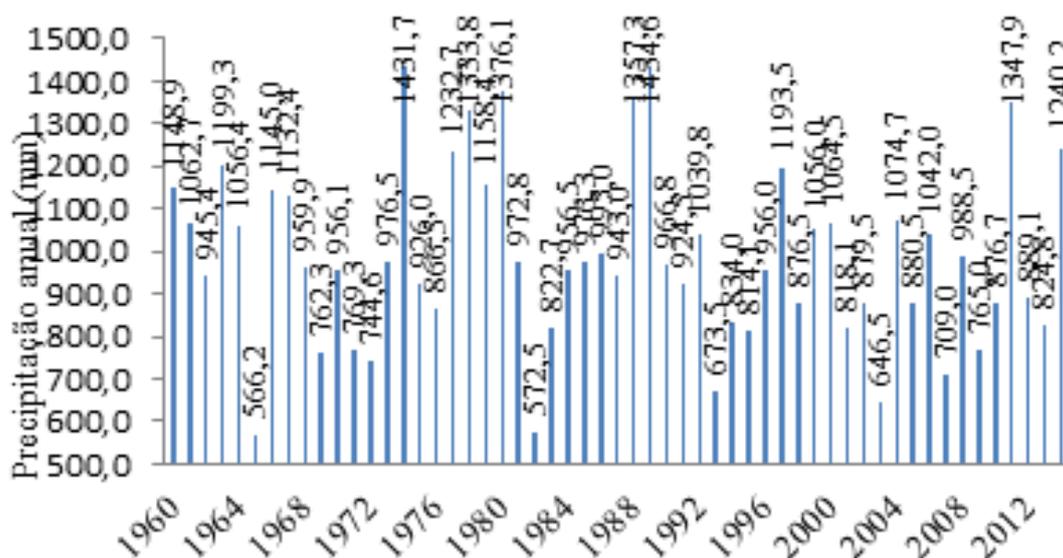
$$R = \sum_1^{12} EI_{30} \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição anual da precipitação do município de Bom Jesus é apresentada na Figura 2. Observou-se flutuação da precipitação entre 566,2 (1965) a 1.434,6 (1989) mm, com média histórica de 984,8 mm, em 55 anos de dados observados. Observou-se tendência de redução da precipitação anual, corroborando com estudo realizado por Lacerda et. al. (2010), deve-se destacar a alta variabilidade na distribuição, característica própria do clima de transição entre cerrado e cerradão no Brasil.

Observou-se que a tendência de redução seria superior a diminuição da precipitação dos cenários futuros B2 e A2, conforme Tabela 1 e Figura 2. As variabilidades dos índices de precipitações médios e com reduções de 10% e 20%, seguidamente da variabilidade da temperatura média e de suas respectivas variações para aumentos de 1°C e 4°C. No cenário de A2 observou-se aumento da temperatura, o que poderia proporcionar maiores deficiências hídricas, ocasionando estresse nas culturas, com comprometimento da produção.

Figura 2- Distribuição média anual da precipitação pluviométrica (mm) no período de 1960- 2014 em Bom Jesus – PI



Na Tabela 1 tem-se o comportamento da precipitação histórica (PREC. mm) e da temperatura (Temp. °C) média do ar para os cenários B2 e A2 no município de Bom Jesus – PI. A precipitação média observada nos 55 anos foi de 984,8 mm com flutuações oscilando entre 1,5 mm no mês de agosto a 174,1 mm no mês de janeiro. No cenário B2 a precipitação média é de 886,3 mm e suas flutuações mensais oscilam entre 1,4 mm no

mês de agosto 156,7 mm no mês de janeiro, no cenário A1 a precipitação média é de 787,8 mm e suas flutuações mensais oscilam entre 1,2 a 139,3 mm. A temperatura média anual foi de 26,2°C, com variações entre 25,3°C (fevereiro) a 28,5°C no mês de setembro. A temperatura média esperada para o cenário B2 é de 27,2°C e suas oscilações mensais fluem entre 26,3°C no mês de fevereiro a 29,5°C (setembro) para o cenário A1 temperatura média é de 30,2°C e as flutuações mensais oscilam entre 29,3°C em fevereiro a 32,5°C em setembro.

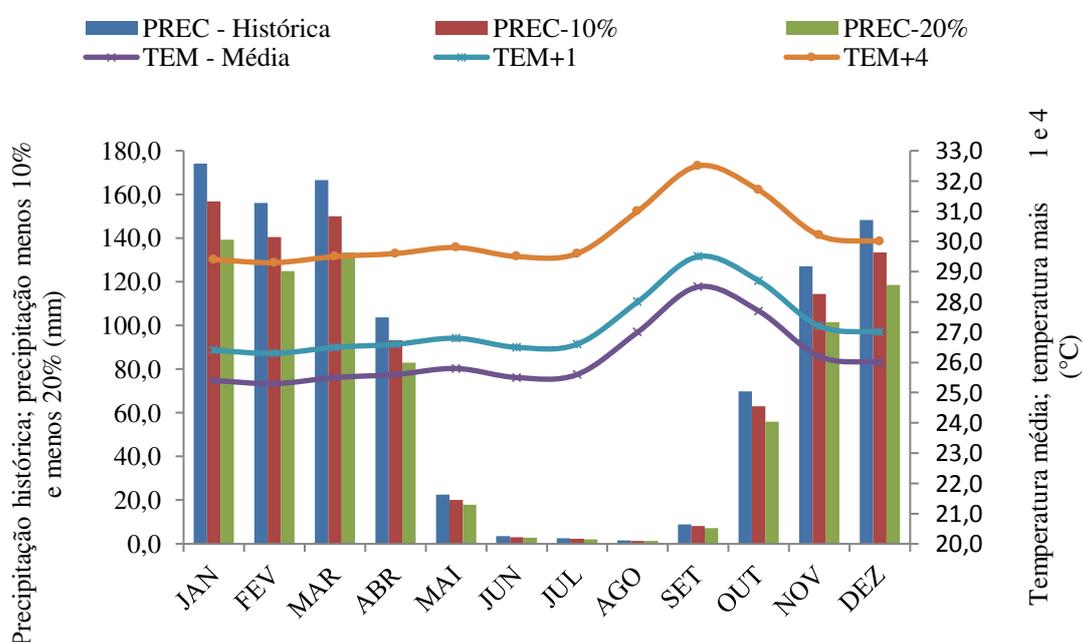
Tabela 1- Precipitação (Prec. mm) e temperatura (Temp. °C) média, cenário B2 e A2

Meses	Média		B2		A2	
	Prec	Temp	PREC	Temp	PREC	Temp
	Média	Média	-10%	+1 °C	-20%	+4 °C
Jan	174,1	25,4	156,7	26,4	139,3	29,4
Fev	156,0	25,3	140,4	26,3	124,8	29,3
Mar	166,6	25,5	150,0	26,5	133,3	29,5
Abr	103,7	25,6	93,3	26,6	82,9	29,6
Mai	22,5	25,8	20,2	26,8	18,0	29,8
Jun	3,5	25,5	3,2	26,5	2,8	29,5
Jul	2,5	25,6	2,3	26,6	2,0	29,6
Ago	1,5	27,0	1,4	28,0	1,2	31,0
Set	9,0	28,5	8,1	29,5	7,2	32,5
Out	70,0	27,7	63,0	28,7	56,0	31,7
Nov	127,0	26,2	114,3	27,2	101,6	30,2
Dez	148,3	26,0	133,5	27,0	118,6	30,0
Anual	984,8		886,3		787,8	
Média		26,2		27,2		30,2

Na Figura 3 observou-se a distribuição média mensal da temperatura histórica, temperatura com mais 1°C e 4°C e suas respectivas precipitações históricas, com reduções de 10% e 20% para o município de Bom Jesus. A temperatura média anual foi de 26,2°C, com variações entre 25,3°C (fevereiro) a 28,5°C no mês de setembro. A temperatura média esperada para o cenário B2 é de 27,2°C e suas oscilações mensais fluem entre 26,3°C no mês de fevereiro a 29,5°C (setembro) para o cenário A1 temperatura média é de 30,2°C e as

flutuações mensais oscilam entre 29,3°C em fevereiro a 32,5°C em setembro. A precipitação média observada nos 55 anos foi de 984,8 mm com flutuações oscilando entre 1,5 mm no mês de agosto a 174,1 mm no mês de janeiro. No cenário B2 a precipitação média é de 886,3 mm e suas flutuações mensais oscilam entre 1,4 mm no mês de agosto a 156,7 mm no mês de janeiro, no cenário A1 a precipitação média é de 787,8 mm e suas flutuações mensais oscilam entre 1,2 a 139,3 mm. O trimestre chuvoso ocorre entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. O mês de fevereiro destacou-se dos demais devido a fatores meteorológicos atuantes na região do cerrado sul do Piauí e que em alguns anos para os referidos meses, proporcionaram chuvas anômalas e de altas intensidades induzidas pela presença do fenômeno de larga escala La Niña (MEDEIROS, 2013).

Figura 3- Comportamento da precipitação com média e com redução de 10% e 20%, e da temperatura com média e acréscimo de 1°C e 4°C para o município de Bom Jesus - PI



Os valores calculados de erosividade e do fator R encontram-se na Tabela 2, a qual evidencia a variação das médias mensais históricas da precipitação e das avaliações do índice de EI<sub>30</sub> e do fator R. Os meses de novembro a abril registram-se as elevadas taxas pluviométricas, correspondendo a 88,92% dos índices esperados da precipitação anual, os menores índices estão centrados nos meses de maio a outubro, que correspondeu a 11,06% do total da precipitação anual. Ver-se ainda que os meses de janeiro a março registrem-se as maiores taxas erosivas.

Nas avaliações dos índices de erosividade apresentados na Tabela 2 observou-se

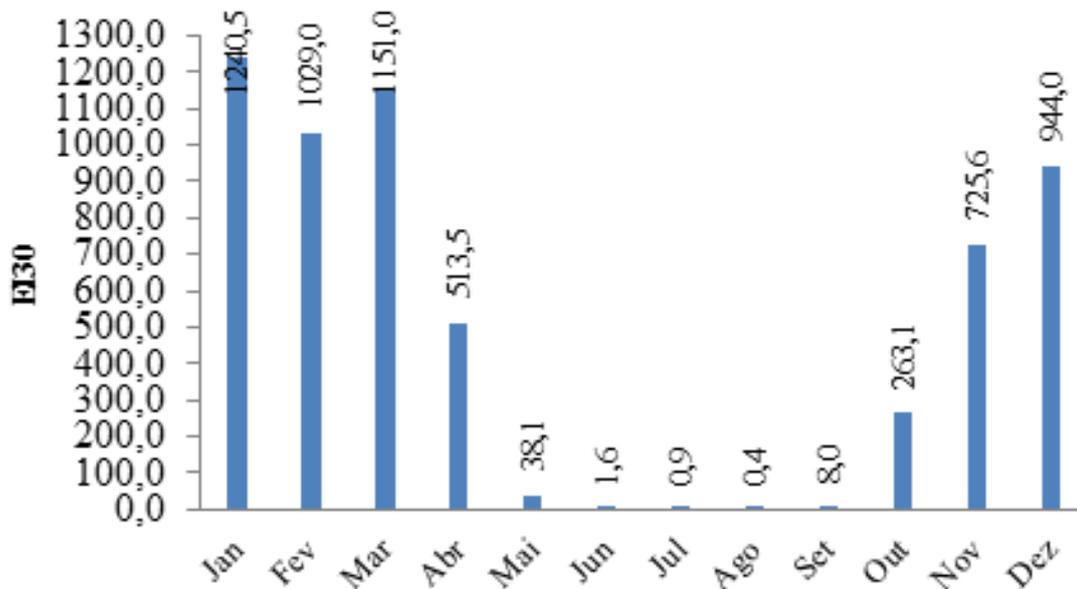
valor máximo em janeiro, seguido dos meses de fevereiro, março e dezembro. Os meses de junho a setembro são os que apresentaram as menores avaliações de erosividade. O fator R da área em estudo foi de 29.504,7 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, classificado como sendo de altíssima concentração de erosividade, conforme Wischmeier (1971) e Wischmeier e Smith (1958, 1978).

Tabela 2- Precipitação média mensal e anual, e Índice de erosividade (EI<sub>30</sub>) e Fator R para o município de Bom Jesus – PI

Meses	Médias mensais	EI <sub>30</sub>	R
JAN	174,1	1240,5	
FEV	156,0	1029,0	
MAR	166,6	1151,0	
ABR	103,7	513,5	
MAI	22,5	38,1	
JUN	3,5	1,6	
JUL	2,5	0,9	29.504,7
AGO	1,5	0,4	
SET	9,0	8,0	
OUT	70,0	263,1	
NOV	127,0	725,6	
DEZ	148,3	944,0	
ANUAL	984,8	23588,8	

Na figura 4 tem-se a distribuição mensal dos índices de erosividade e seus respectivos valores mensais, anuais e totais para o município de Bom Jesus – PI, no período de 1960 a 2014. Os índices de erosividade basicamente seguem a distribuição da precipitação, o que concorda com o princípio proposto por Lemos e Bahia (1992).

Figura 4- Erosividade média mensal no período de 1960 a 2014 no município de Bom



Em relação à precipitação, as previsões indicam que poderá ocorrer redução na região tropical e subtropical e aumento na média das regiões de latitudes mais elevadas. Para a região do cerrado, onde os índices pluviométricos flutuam de acordo com os fenômenos de larga escala Niño(a) (MEDEIROS, 2013), as médias históricas mesmo em épocas de período chuvoso, oscilaram dentro e abaixo da normalidade, a variabilidade espacial e temporal foi influenciada pelos sistemas meteorológicos atuantes da época, sua tendência são que persistam índices pluviométricos abaixo da climatologia nos cenários futuros B2 e A2. Santana et al. (2007) trabalharam em Minas Gerais, na região semiárida, demonstrando que a variabilidade do período chuvoso dependia única e exclusivamente dos fatores provocadores de chuva.

Carvalho et al. (2004) utilizaram o balanço hídrico como uma proposta de classificação qualitativa para os índices pluviométricos e a variabilidade da temperatura, com os dados do balanço hídrico determinaram-se os períodos mais críticos de deficiência hídrica no solo, demonstrando para os tomadores de decisões públicas as possibilidades de tendências nos cenários agrícolas futuros onde estratégias devem ser tomadas para garantir maiores e melhores produções de acordo com Santos (2010). O balanço hídrico climático (normal) e os balanços hídricos com reduções de 10% e 20% médio mensal está demonstrado nas Figuras 5, 6 e 7. Observou-se que na Figura 4 o excedente para condição normal ocorreu entre fevereiro e março, a deficiência oscilou entre maio e novembro, a retirada de água no solo ocorre entre abril e julho e a reposição de água entre os meses de

dezembro a fevereiro. Na Figura 5o excedente para condição normal ocorreu entre fevereiro e março, a deficiência oscilou entre maio e novembro, a retirada de água no solo ocorre entre abril e julho e a reposição de água entre os meses de dezembro a fevereiro. A Figura 6 representa o balanço hídrico para o cenário A2, notou-se que não ocorreram excedentes e as deficiências hídricas em todos os meses conforme tabela 3.

Medeiros et al. (2014) encontraram o fator (R) para o município de Areia, PB de 31.528,8 MJ mm/ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>ano. E estabeleceu que os maiores índices de erosividade fossem decorridos nos meses de março a agosto que coincidem com o do período chuvoso e a capacidade de campo em valores máximos, com restos de cultivos, e para os meses de setembro, a primeira quinzena do mês de fevereiro ocorreram os menores índices de erosividade que corresponde ao período seco e início das chuvas de pré-estação.

Figura 5- Balanço hídrico climatológico normal com a média climatológica da temperatura do ar e da precipitação

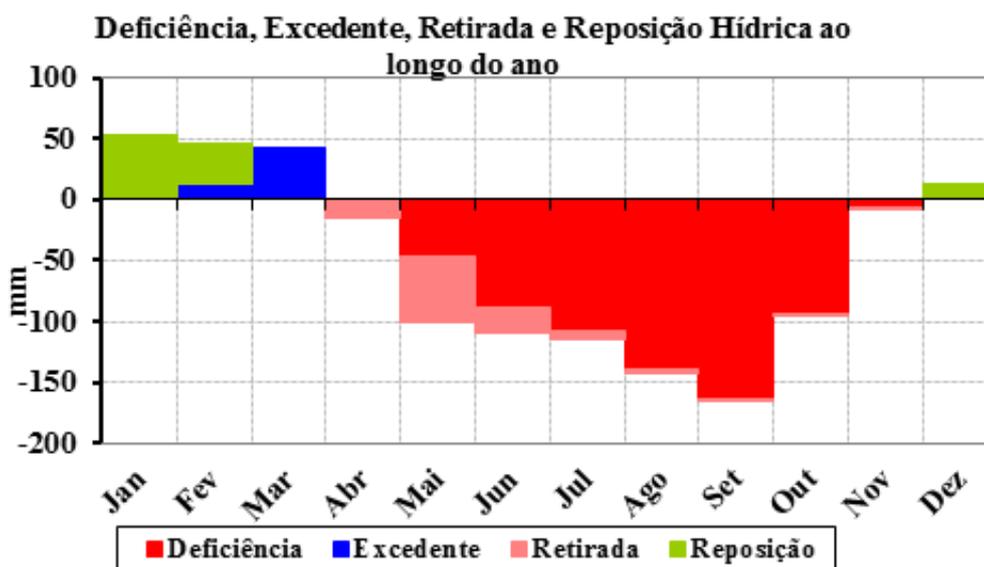


Figura 6- Balanço hídrico simulado com o cenário B2 do IPCC-AR4

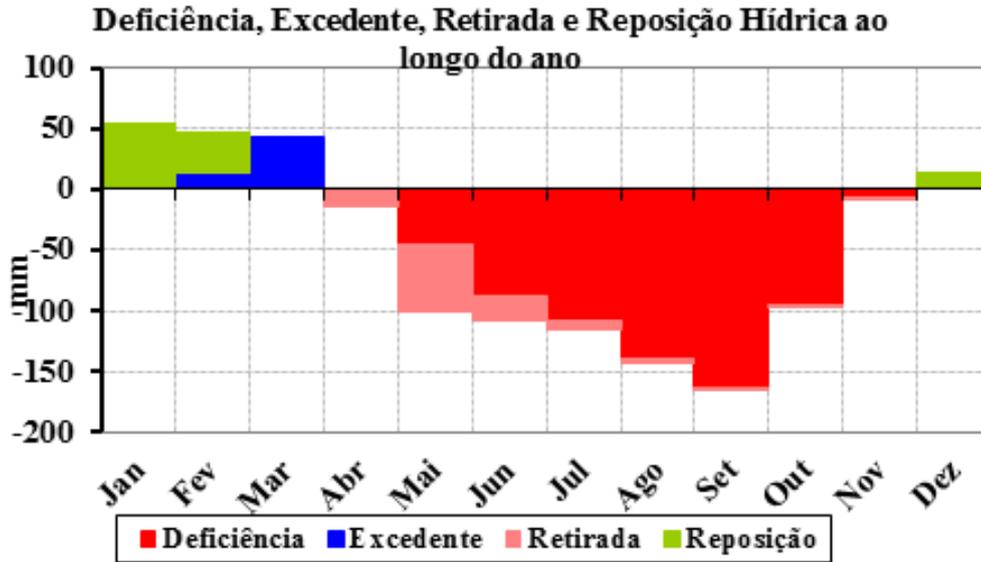
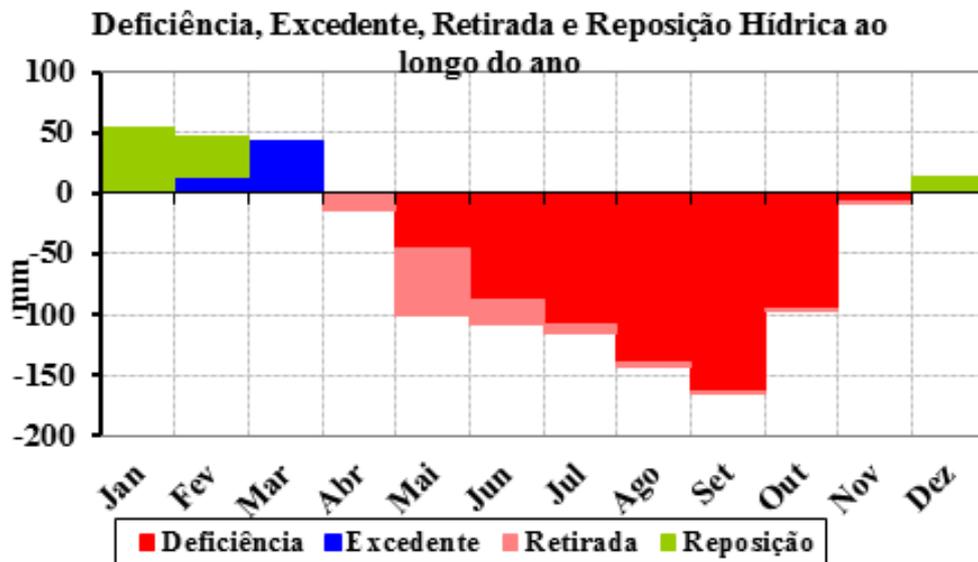


Figura 7- Balanço Hídrico simulado com o cenário A2 do IPCC-AR4



Notaram-se as flutuações da evapotranspiração potencial; evaporação real; deficiência hídrica e excedente hídrico para os cenários estudados (Tabela 3).

O valor anual da evapotranspiração potencial para os cenários normal, B2 e A2 foram de 1.573,9; 1.789,1 e 2843,7 mm que corresponde a 62,6%; 55,04% e 34,63% respectivamente da precipitação (984,8 mm), os valores da evaporação real foram de 928,2; 886,2 e 787,8 conforme os demonstrativos para o cenário normal, B2 e A2 este valor sofre mudanças significativas, caso haja confirmações destas mudanças à agricultura de sequeiro e abastecimento de água ficará comprometido. Não ocorrerão excedentes

hídricos nos cenários B2 e A2. As deficiências hídricas para os cenários em estudos sofrem aumentos significativos provocando estresses hídricos na maioria das culturas.

Os elementos meteorológicos aqui estudados e discutidos mostram que para os cenários B2 e A2, ocorrerão mudanças bruscas e que os habitantes deverão mudar de táticas no futuro em relação aos plantios, armazenamento de água e condições de sobrevivência.

Tabela 3- Balanço hídrico para cenários normal, B2 e A2

ME- SES	Normal				B2				A2			
	ETP	ETR	DEF	EXC	ETP	ETR	DEF	EXC	ETP	ETR	DEF	EXC
Jan	120,5	120,5	0,0	0,0	136,0	136,0	0,0	0,0	210,2	139,3	70,9	0,0
Fev	109,8	109,8	0,0	13,0	123,8	123,8	0,0	0,0	190,8	124,8	65,9	0,0
Mar	123,0	123,0	0,0	43,7	138,9	138,9	0,0	0,0	215,4	133,3	82,0	0,0
Abr	118,1	117,1	1,0	0,0	133,5	109,3	24,2	0,0	207,6	82,9	124,7	0,0
Mai	123,0	77,3	45,7	0,0	139,3	42,8	96,5	0,0	217,9	18,0	199,9	0,0
Jun	112,4	24,5	87,9	0,0	127,0	10,2	116,8	0,0	196,9	2,8	194,1	0,0
Jul	117,5	9,8	107,7	0,0	132,8	4,3	128,5	0,0	206,6	2,0	204,5	0,0
Ago	144,0	4,1	139,9	0,0	164,6	2,0	162,6	0,0	266,9	1,2	265,6	0,0
Set	172,9	9,6	163,2	0,0	199,9	8,2	191,6	0,0	338,4	7,2	331,2	0,0
Out	164,6	70,0	94,5	0,0	189,1	63,0	126,1	0,0	312,9	56,0	257,0	0,0
Nov	132,8	127,0	5,8	0,0	150,8	114,3	36,5	0,0	238,8	101,6	137,2	0,0
Dez	135,3	135,3	0,0	0,0	153,4	133,5	19,9	0,0	241,4	118,6	122,7	0,0
Total	1573,9	928,2	645,8	56,6	1789,1	886,3	902,8	0,0	2843,7	787,8	2055,9	0,0

ETP – Evapotranspiração potencial; ETR – Evaporação Real; DEF – Deficiência hídrica e EXC – Excedente hídrico.

## CONCLUSÕES

Os índices pluviométricos para os cenários A2 não serão suficientes para vários tipos de culturas, sendo assim inviável para este Município o desenvolvimento de práticas agrícolas de sequeiro, caso estes cenários advenham, principalmente analisando pela vertente do cenário pessimista.

Tanto no cenário otimista (B2) quanto no pessimista (A2), indicam situações críti-

cas das condições do solo que ocasionarão grandes impactos tanto para os recursos hídricos, quanto no tocante a prática de culturas de sequeiro.

Que diante deste cenário pessimista, fica crítica à condição para o armazenamento de água das chuvas para o consumo humano e animal, sendo necessário planejamento futuro para construções de cisternas e outros similares para a realização de armazenamento de água e minimização dos impactos.

O Município enquadra-se como sendo de altíssima erosividade uma vez que o fator erosividade (R) encontrado foi de 29.504,7MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Para Bom Jesus – PI existe a necessidade do planejamento prévio de terrenos para implantações de pomares e de projetos agrícolas, para que não ocorra o deslocamento de terra, amparado num monitoramento das mudanças que ocorrem no solo, principalmente em regiões de encosta levando em consideração as curvas de níveis do terreno.

## **AGRADECIMENTO**

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de doutorado e a realização da pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

BARBOSA, G. S.; IOST, C.; SCHIESSL, M. A.; MACIEL, G. F. (2000). Estimativa da erosividade da chuva (R) na Bacia Hidrográfica do rio Manoel Alves Grande localizado no cerrado tocantinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16. Belém. **Anais...** Belém.

CARVALHO, S. M., STIPP, N. A. F. Contribuição ao estudo do balanço hídrico no estado do Paraná: Uma proposta de classificação qualitativa. **Geografia**, Londrina, v.13, n.1. 2004.

CARVALHO, D. M.; COSTA, J. E. A Intervenção do Estado em Infraestrutura e o Processo de Circulação de Hortifrutigranjeiro em Itabaiana/SE. **Scientia Plena**, v. 6, n .3, 2010.

FOLHES, M. T.; FISCH, G. Caracterização e estudo de tendência nas séries temporais

de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). *Revista Ambiente e Água – A Interdisciplinary Journal of Applied Scienc*, v.1 n.1, p. 61-71, 2006.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2001: Impact's, Adaptation and Vunerability. A Report of Working Group II of Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2001a.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2001: Impact's, Adaptation and Vunerability. A Report of Working Group II of Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2001b.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change – the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 2007.

JENKINS, G; B. R.; C. M.; G. D; L. J; W. R. *Stabilising Climate to Avoid Dangerous Climate Change - A Summary of Relevant Research at the Hadley Centre. Hadley Centre*, January. 2005.

LACERDA, F. F.; ASSIS, J. M. O.; MOURA, M. S. B.; SILVA, L. L.; SOUZA, L. S. B. Índices Climáticos Extremos para o Município de Petrolina, PE. In XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 2010, Belém – PA. **Anais...** Belém.

MARENGO, J.; SILVA DIAS, P. **Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos**. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. (Eds.). *Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. São Paulo: Editoras Escrituras. 2006. p. 63-109.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; ZEE, D.; PINTO, H. S. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Disponível em: <[http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS\\_MudancasClimaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf)>. Acesso em: out. 2010.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CHOU, S. C; TOMASELLA; J.; SAMPAIO, G.; ALVES L. M.; OBREGON, G. O.; SOARES, W. R.; BETTS. R.; GILLIN, K. **Riscos das**

**Mudanças Climáticas no Brasil Análise conjunta Brasil-Reino Unidos sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia.** 2011. 56p.

MEDEIROS, R. M.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; SABOYA, L. M. F.; FRANCISCO, P. R. M. **Cálculo do balanço hídrico e da erosividade para o município de Cabaceiras-PB.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11. n.21, 2015.

MEDEIROS, R. M. **Balanço hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955).** 2014.

MEDEIROS, R. M.; FRANCISCO, P. R. M.; OLIVEIRA, R. C. S.; GOMES FILHO, M. F.; COSTA NETO, F.A. Erosividade da chuva na área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto- PI, Brasil visando o desenvolvimento de manejos do solo. In: 9º CONGRESSO DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR AREIA-PB. 2014, Areia. **Anais...** Areia: Nº ISSN / 0101-756X.

MEDEIROS, R. M.; FRANCISCO, P. R. M.; VIEIRA, L. J. DOS S; BANDEIRA, M. M. Avaliação do índice da erosividade da chuva no município de Areia - PB no período de 1910 – 2010. In: IV WINOTEC WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO. 2012, Fortaleza-Ceara-Brasil. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI International Meeting.

MEDEIROS, R. M. Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí. Fev. 2013. 138 pp.

MEDEIROS, R. M.; FRANCISCO, P. R. M.; BANDEIRA, M. M. Balanço Hídrico Climatológico, em Decorrência do Aquecimento Global, no Município de Picuí - Semiárido Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física.** v.1, p. 59-72, 2012.

MENEZES, M. D.; LEITE, F. P. Avaliação e espacialização da erosividade da chuva no Vale do Rio Doce, região centro-leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 34, p. 1029-1039, 2011.

NOBRE, P.; MELO, A. B. C. **Variabilidade climática intra-sazonal sobre o Nordeste**

**do Brasil em 1998 – 2000.** Climanálise, CPTEC/INPE, São Paulo. Dezembro. 2001.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, p. 1-10, 2002.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; COSTA, J. M. N. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 10, n. 1-4, p. 57-61, 2002.

SANTANA, M. O.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; SILVA, D. D. Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 15, n. 1, p. 114-120, 2007.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço Hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p. 142–149, 2010.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SANTOS, J. A. **Análise dos riscos ambientais relacionados às enchentes e deslizamentos na favela São José, João Pessoa – PB.** 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal da Paraíba. 2007

SILVA, L. L.; LACERDA F.; MENEZES, H. E. A.; SILVA, G.; COUTINHO, R.; ASSIS, J.; DIAS, H.; IRMÃO, R.; NATANAEL, V. Balanço hídrico climatológico em decorrência do aquecimento global no sertão de Pernambuco. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA – SESC, 2011, Guarapari – ES. **Anais...** Guarapari.

SOUSA, R. F.; MOTTA, J. D; GONZAGA, E. N; FERNANDES, M. F; SANTOS, M. J.

Aptidão agrícola do Assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a Cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor* - L. Moench). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.3, n.2, 2003.

SORIANO, B. M. A. Caracterização climática de Corumbá-MS. **Boletim de Pesquisa**, 11. Corumbá: EMBRAPA-CPAP. 1997, p.25.

THORNTHWAITE, C. W. Approach Toward a Rational Classification of Climate. **Geogr. Rev.**, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The Water Balance**. Publications In Climatology. New Jersey: Drexel Institute Of Technology, 104p. 1955.

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. V. A soil erodibility nomograph for farmaland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, n. 26, p. 189-193, 1971.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Transactions of the American Geophysical Union**, Washington, v. 39, n. 2, p.285-291, 1958.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: USDA. 1978. 58p.



# ANÁLISE HIDROCLIMÁTICA DOS MUNICÍPIOS DE BOA VISTA, SÃO JOÃO DO CARIRI E SERRA BRANCA – PARAÍBA, BRASIL

Thaís Regina Benevides Trigueiro Aranha <sup>1</sup>, Raimundo Mainar de Medeiros <sup>2</sup>,  
e Francisco de Assis da Costa Neto <sup>3</sup>

**RESUMO:** Para preservação dos recursos naturais faz-se necessário ter o máximo possível de informações hidrológicas, climatológicas, agroclimáticas e agroecológicas. O estudo constitui em analisar o clima e as disponibilidades dos recursos hídricos superficiais dos municípios de Boa Vista, São João do Cariri e Serra Branca, uma área com índice pluviométrico abaixo de 500 mm/ano e que apresenta núcleos de desertificação espalhados por todo seu território. A caracterização climática dos municípios foi concretizada através do levantamento dos principais elementos do clima e tempo como: precipitação pluviometria, vento, umidade relativa do ar, balanço hídrico e dos recursos hídricos superficiais. De acordo com Köppen, o clima é do tipo BSh semiárido quente, com chuvas de verão, precipitação entre 300 e 600 mm/ano. A temperatura média anual é de 24,1°C; a umidade relativa do ar média anual é de 64,0%; a evaporação real total média anual oscila entre 417,6 a 528,2 mm e a evapotranspiração com sua flutuação anual de 1.161,1 a 1.220,1 mm. Seu principal rio é o Taperoá de regime intermitente. As vazões dos poços são bastante modestas, ou seja, inferiores a 3,25 m<sup>3</sup>/h para rebaixamento do nível da água de 25 metros, com capacidade específica inferior a 0,13 m<sup>3</sup>/h/m, em média.

**PALAVRAS-CHAVES:** Recursos hídricos; Balanço hídrico; Climatologia.

---

1 Tecnóloga em Geoprocessamento, Mestranda, Dpto. de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande - PB, Fone: (83) 2101-1054, thais\_benevides@hotmail.com

2 Meteorologista, Doutorando, Dpto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande – PB

3 Especialista Engenharia Civil, Engenheiro Civil da UFCG, Dpto. Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande – PB

## **ANALYSIS OF HYDROCLIMATIC MUNICIPALITIES BOA VISTA, SÃO JOÃO DO CARIRI AND SERRA BRANCA - PARAÍBA, BRAZIL**

**ABSTRACT:** For preservation of natural resources it is necessary to have as much information as possible hydrological, climatic, agroclimatic and agroecological. The study is to analyze the climate and the availability of surface water resources of Boa Vista municipalities, São João do Cariri and Serra Branca, an area with rainfall below 500 mm/year, which presents desertification cores scattered throughout its territory. The climatic characterization of the municipalities was completed through a survey of the main elements of the climate and weather such as rainfall precipitation, wind, relative humidity, water balance and surface water resources. According to Köppen, the climate is semi-arid type BSh hot, with summer rainfall, precipitation between 300 and 600 mm/year. The average annual temperature is 24.1°C; the relative humidity of the air is annual average of 64.0%; the real average annual total evaporation ranges from 417.6 to 528.2 mm and evapotranspiration with its annual fluctuation 1161.1 to 1220.1 mm. Its main river is the intermittent regimen Taperoá. The flow rates of the wells are quite modest, namely less than 3.25 m<sup>3</sup>/h for 25 meters lowering of the water level, with a specific capacity of less than 0.13 m<sup>3</sup>/h/m on average.

**KEYWORDS:** Water resources; Water balance; Climatology.

### **INTRODUÇÃO**

O clima também exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos. O clima de toda e qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano (SORIANO, 1997). Em região de clima de áreas próximas contrastantes (de um lado chuvoso do outro semiárido), como o Nordeste do Brasil (NEB), o monitoramento da precipitação, principalmente durante o período chuvoso, é muito importante para tomada de decisões que tragam benefício para população. Um bom monitoramento da precipitação pluviométrica é uma ferramenta indispensável na mitigação de secas, enchentes, inundações, alagamentos (PAULA et al., 2010). Dentre os elementos do clima de áreas tropicais, a precipitação pluviométrica é o que mais influencia a produtividade agrícola em conformidade com Ortolani e Camargo (1987), principalmente nas regiões

semiárida, onde o regime de chuvas é caracterizado por eventos de curta duração e alta intensidade (SANTANA et al., 2007), em função disto a sazonalidade da precipitação concentra quase todo o seu volume durante os cinco a seis meses no período de chuvoso (SILVA, 2004).

O clima é definido como sendo o conjunto de condições meteorológicas (insolação, nebulosidade, temperatura do ar, pressão atmosférica, direção e intensidade dos ventos, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica), características do estado médio da atmosfera, em um dado ponto da superfície terrestre.

Os inventários de recursos climáticos para fins de zoneamento agrícola e estudos de produtividade de plantas, baseiam-se primariamente na quantificação de condições de temperatura e umidade, obtidas em estações terrestres de monitoramento. Além dessas informações, o conhecimento das precipitações pluviométricas é indispensável para se compreender e controlar o ciclo natural da água, devido aos fluxos de massa e energia a ela associados. O impacto econômico e social resultante está ligado às consequências de suas manifestações externas, como inundações, desestabilização de encostas, épocas secas e por envolver necessidades crescentes de conhecimento do comportamento da água no planejamento do desenvolvimento da economia energética, rural e urbana conforme os autores Huntzinger e Ellis (1993). O impacto econômico e social resultante está associado às consequências de suas manifestações extremas, como inundações, alagamentos, enchentes, cheias e secas.

Este estudo se constitui em uma análise do clima e das disponibilidades dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos dos municípios de Boa Vista, São João do Cariri e Serra Branca, e dos monitoramentos do clima, inicialmente voltados para a previsão do tempo (meteorologia) e zoneamento agroclimático. Neste sentido, estudos sobre o comportamento das variáveis climáticas locais, trazem uma contribuição importante, porque as atividades humanas têm modificado o ambiente, resultando em notáveis modificações no fluxo de energia, dentro do sistema climático regional, mas com reflexos globais em conformidade com os autores Barret e Curtis (1992).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo contempla os municípios de Boa Vista, São João do Cariri e Serra Branca e estão localizados no Estado da Paraíba. Estão inseridos na Região Geográfica da Borborema, na microrregião do Cariris do Paraíba (Figura 1).

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo



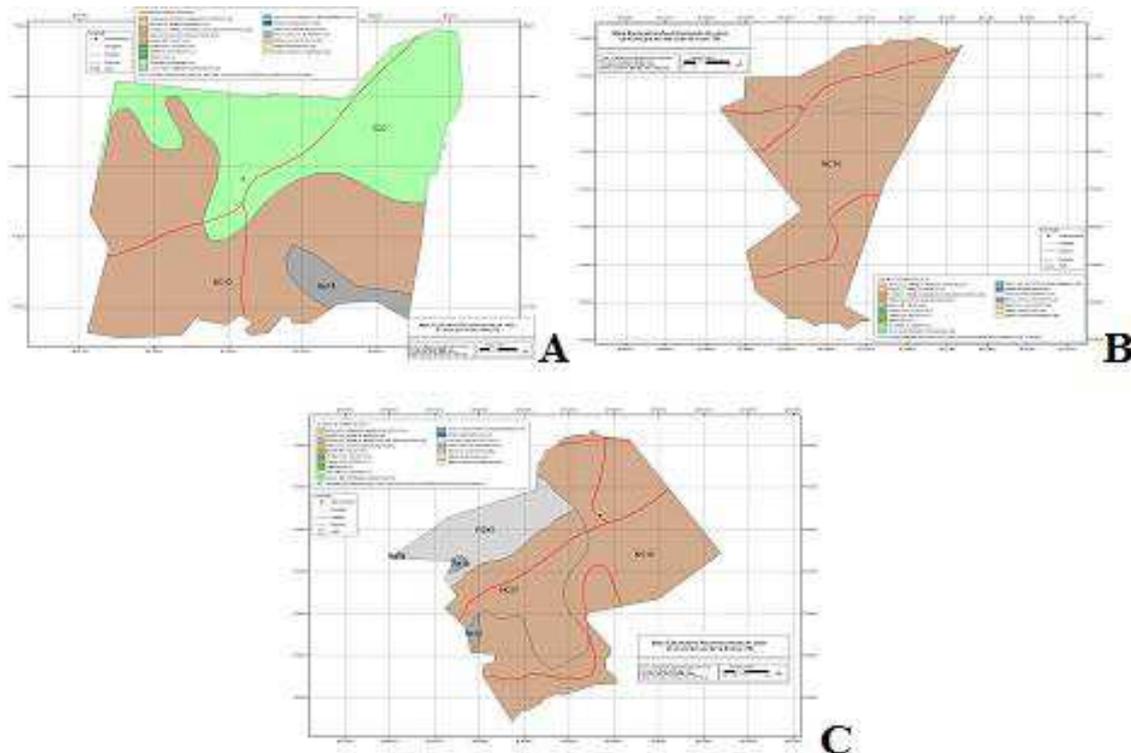
De acordo com a classificação de Köppen o clima é considerado BSh-semiárido quente, com chuvas de verão, com precipitação predominantemente entre 300 a 600 mm/mm/ano com temperatura média anual de 26°C.

Conforme EMBRAPA (2006) e os autores Campos e Queiroz (2006) os solos da área de estudo são basicamente o Neossolo Litólico Eutrófico típico, Luvisolo Hipocrômico órtico típico e Planossolo Nátrico órtico típico.

Estes solos apresentam baixas condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações fortes existentes, provocadas pelo relevo forte ondulado, pedregosidade, rochosidade e reduzida profundidade dos solos, além da deficiência de água que só permite a presença de culturas resistentes à estiagem. Só é possível a exploração destes solos pelos sistemas primitivos de agricultura já existentes (CAVALCANTE et al., 2005).

O aproveitamento dos solos da região é feito com pecuária extensiva, usando-se para isto a própria vegetação natural. As limitações pela falta d'água são muito fortes. Também constituem importantes limitações ao uso agrícola destes solos, os elevados teores em sódio trocável e más condições físicas nos horizontes subsuperficiais, que são solos inaptos para agricultura (CAVALCANTE et al., 2005). As figuras 2A, 2B e 2C representam os mapas dos solos dos municípios de: Boa Vista, São João do Cariri, e Serra Branca respectivamente.

Figura 2- Mapa de solos do município de Boa Vista(A). São João do Cariri (B). Serra Branca(C)



Fonte: Embrapa

O estudo climático foi realizado através do levantamento dos principais elementos do clima, da pluviometria, da classificação climática, do balanço hídrico e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos dos municípios de Boa Vista, São João do Cariri e Serra Branca. Para a caracterização climática foram utilizados dados meteorológicos climatológicos estimados de umidade relativa, insolação e nebulosidade, vento e evaporação e evapotranspiração estimados pelo método de Thornthwaite e Mather (1948 e 1955).

As análises dos comportamentos das distribuições das precipitações ao longo dos meses do ano e entre anos foram realizadas utilizando-se a série do período de 1926-2011 para o posto pluviométrico de Boa Vista, no posto pluviométrico de São João do Cariri utilizou a série no período de 1911-2011, e a série de dados de 1962 a 2011 para o posto pluviométrico de Serra Branca.

As temperaturas foram estimadas pelo método de regressão linear múltipla, pelo software Estima\_T (CAVALCANTI et al., 2006) que se encontra na página do Departamento de Meteorologia da UFCG. Utilizou-se o banco de precipitação dos referidos municípios em estudos e aplicaram-se os tratamentos estatísticos. O balanço hídrico foi estimado através de planilhas eletrônicas do Balanço Hídrico desenvolvido por Medeiros (2014).

A Tabela 1 demonstra as flutuações dos elementos meteorológicos, como precipitação; temperaturas (TEMP) médias; máximas e mínimas; umidade relativa do ar; insolação total; evapotranspiração potencial e evaporação real para os referidos municípios da área estudada. A precipitação foi cedida pela SUDENE (1990) e AESA (2014); as temperaturas médias; máximas e mínimas foram estimadas pelo software e a Estima\_T, a umidade relativa do ar e a insolação total foram interpolados pelo método simples de interpolação linear, a evapotranspiração potencial e evaporação real pelo método de Thornthwaite e Mather (1948 e 1955).

Tabela 1- Flutuações dos elementos meteorológicos, precipitação; temperaturas (TEMP) médias; máximas e mínimas; umidade relativa do ar; insolação total; evapotranspiração potencial e evaporação real para os referidos municípios da área estudada

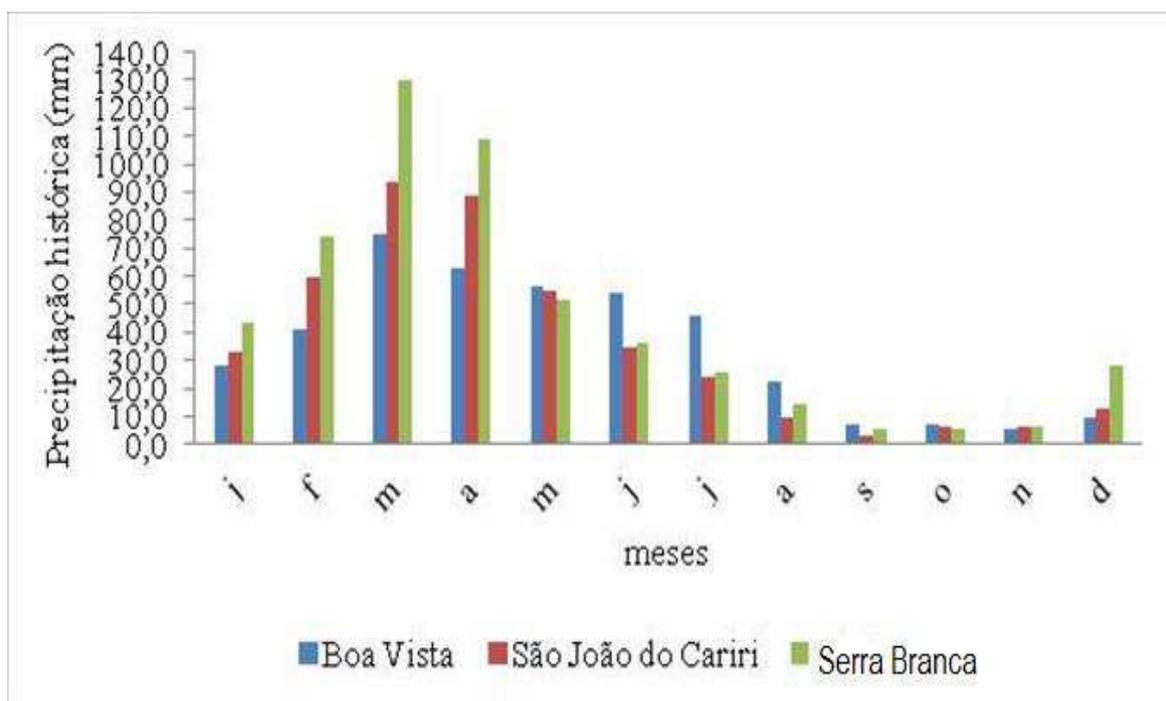
<b>PRECIPITAÇÃO</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	28,5	41,4	75,4	63,2	56,8	53,9	46,2	22,7	7,3	7,1	5,2	9,9
São João do Cariri	33,3	59,8	93,3	88,6	54,8	34,5	23,8	9,9	2,8	6,0	6,7	12,8
Serra Branca	43,5	74,3	130,0	108,6	51,2	36,0	25,7	14,0	5,4	5,3	6,3	27,8
<b>TEMP MÉDIA</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	24,5	24,4	24,1	23,9	22,9	21,9	21,4	21,5	22,4	23,5	24,2	24,5
São João do Cariri	25,0	24,8	24,5	24,2	23,4	22,4	21,8	22,1	23,1	24,1	24,7	25,1
Serra Branca	25,1	24,8	24,5	24,2	23,4	22,4	21,9	22,2	23,1	24,2	24,8	25,1
<b>TEMP MÍNIMA</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	20,2	20,4	20,4	20,1	19,4	18,3	17,3	17,3	18,2	19,2	19,8	20,3
São João do Cariri	20,5	20,6	20,5	20,2	19,6	18,6	17,6	17,6	18,6	19,3	19,9	20,4
Serra Branca	20,5	20,5	20,5	20,2	19,6	18,5	17,6	17,6	18,6	19,4	19,9	20,4
<b>TEMP MÁXIMA</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	31,3	30,9	30,2	29,5	28,2	26,9	26,7	27,6	29,1	30,8	31,6	31,7
São João do Cariri	22,6	22,5	22,4	22,0	21,3	20,2	19,4	19,6	20,6	21,6	22,2	22,6
Serra Branca	32,1	31,5	31,0	30,2	29,0	27,9	27,6	28,7	30,2	31,8	32,5	32,6
<b>UMIDADE RELATIVA</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	63,0	65,5	67,5	66,5	69,0	69,5	70,0	61,5	59,5	57,5	56,5	61,5
São João do Cariri	62,0	65,0	67,0	66,0	69,5	70,0	70,3	62,0	59,0	58,0	57,0	62,0
Serra Branca	64,0	66,0	68,0	67,0	69,4	69,0	70,5	61,0	60,0	57,0	56,0	61,0
<b>INSOLAÇÃO</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	219,1	200,5	200,0	173,8	172,1	150,7	119,7	149,8	182,3	210,8	214,9	193,8
São João do Cariri	220,1	200,0	199,9	174,2	173,2	150,1	120,0	149,7	182,2	210,5	215,2	198,0
Serra Branca	218,1	201,0	200,0	173,3	171,0	151,2	119,3	149,8	182,4	211,1	214,5	189,6
<b>ETP</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	113,9	103,9	110,1	101,5	92,5	77,2	74,7	76,8	84,7	101,5	107,9	117,2
São João do Cariri	119,6	107,9	113,7	104,2	95,8	80,4	77,4	81,2	90,1	107,7	114,2	124,2
Serra Branca	120,4	108,1	113,8	104,2	95,8	80,3	77,5	81,3	90,6	108,4	114,9	124,7
<b>EVAPORAÇÃO</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
Boa Vista	28,5	41,4	75,4	63,2	56,8	53,9	46,2	22,7	7,3	7,1	5,2	9,9
São João do Cariri	33,3	59,8	93,3	88,6	54,8	34,5	23,8	9,9	2,8	6,0	6,7	12,8
Serra Branca	43,6	74,3	113,8	104,2	58,6	40,7	29,1	16,5	6,9	6,0	6,6	27,8

Fonte: MEDEIROS (2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período chuvoso inicia-se no mês de janeiro com chuvas de pré-estação e prolonga-se até o mês de julho, tendo como trimestre mais chuvoso os meses de fevereiro, março e abril, tem um índice pluviométrico anual de 417,6 mm com 64 anos de observação no município de Boa Vista; São João do Cariri com 91 anos de observação apresenta uma taxa anual média de precipitação de 426,2 mm; uma taxa anual de 426,2 mm com 50 anos de observações para Serra Branca estão representados na Figura 3, os meses mais chuvosos estão compreendidos entre fevereiro e abril e os meses com menores índices pluviométricos ocorrem entre setembro e novembro. Os fatores provocadores de chuvas na região são as formações dos aglomerados convectivos, a Zona de Convergência Intertropical e a contribuição dos Vórtices Ciclônicos.

Figura 3- Precipitações pluviométricas médias mensais dos municípios: de Boa Vista no período de 1926 a 2011, São João do Piauí no período de 1911 a 2011 e Serra Branca compreendido entre os anos de 1962 a 2011



A Tabela 2 demonstra os valores da precipitação histórica; os máximos e mínimos valores das precipitações observadas dos municípios em estudos e os seus respectivos período de observação das chuvas.

Tabela 2- Valores médios mensais e anual de chuva seguidamente dos máximos e mínimos valores de precipitação para o município de Boa Vista (1923-2011); São João do Cariri (1911-201) e Serra Branca (1962-2011)

Municípios	Boa Vista			São João do Cariri			Serra Branca		
	Clima	Máx	Mín	Clima	Máx	Mín	Clima	Máx	Mín
Jan	28,5	213,9	0,0	33,3	280,8	0,0	43,5	286,2	0,0
Fev	41,4	263,8	0,0	59,8	338,9	0,0	74,3	275,1	0,0
Mar	75,4	449,6	0,0	93,3	449,0	0,0	130,0	395,0	0,0
Abr	63,2	226,0	0,0	88,6	477,6	0,0	108,6	454,4	1,4
Mai	56,8	270,0	0,0	54,8	409,7	0,0	51,2	264,6	0,0
Jun	53,9	194,0	6,6	34,5	188,1	0,0	36,0	205,2	0,0
Jul	46,2	127,1	0,0	23,8	98,6	0,0	25,7	109,5	0,0
Ago	22,7	71,8	0,0	9,9	99,4	0,0	14,0	51,5	0,0
Set	7,3	42,5	0,0	2,8	25,8	0,0	5,4	33,0	0,0
Out	7,1	201,0	0,0	6,0	237,0	0,0	5,3	89,9	0,0
Nov	5,2	49,6	0,0	6,7	167,0	0,0	6,3	104,3	0,0
Dez	9,9	82,0	0,0	12,8	126,1	0,0	27,8	235,6	0,0
Anual	418,1	939,0	93,8	424,5	1394,1	124,8	519,3	1172,2	21,0

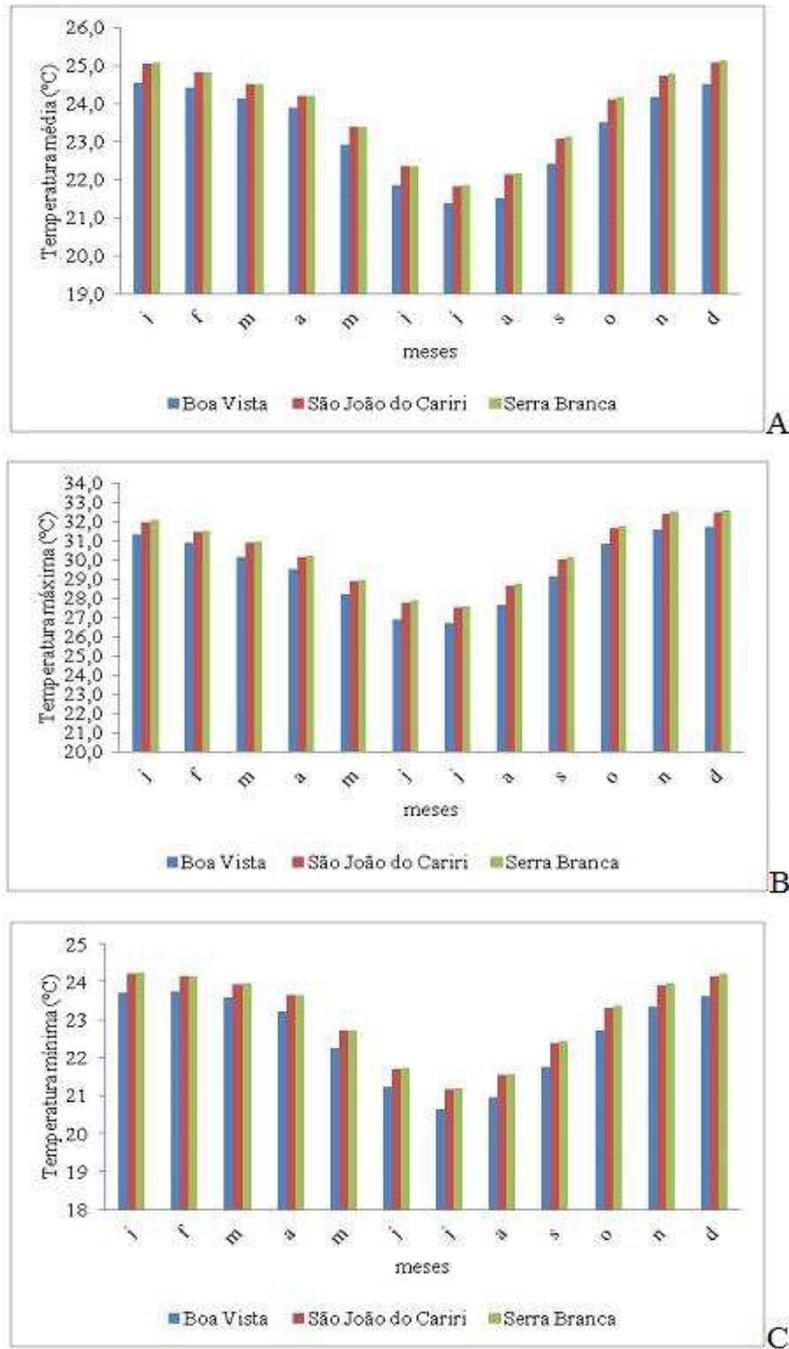
Legenda: Clima = precipitação climatológica; Máx = Precipitação máxima observada; Mín = Precipitação mínima observada.

A quantificação de atributos ligados à temperatura possibilita a definição do regime de temperaturas prevalecentes, indicativo para a adaptabilidade de cultivos e criações, previsão de épocas de plantio e previsão de safras.

Os valores encontrados para as temperaturas apresentam pequenas variações ao longo do ano e mesmo entre os municípios estudados. As variações das temperaturas médias entre os três municípios oscilam entre 21,4°C a 25,1°C e apresentam uma média anual de 24,1°C, as flutuações das temperaturas máximas entre os municípios fluem de 26,7 a 32,6°C e tem uma temperatura média anual de 30,7°C, na variação da temperatura mínima intermunicipal sua flutuação é de 17,3°C a 20,6°C com uma temperatura anual de 20,3°C. Sendo os meses de julho e agosto com os valores mais baixo de temperatura e dezembro e janeiro os meses de maiores elevações na temperatura.

Nas Figuras 4 A, B, C estão representadas as médias regionais mensais das temperaturas média, máxima, mínima e média do ar (°C), para Boa Vista, São João do Cariri e Serra Branca.

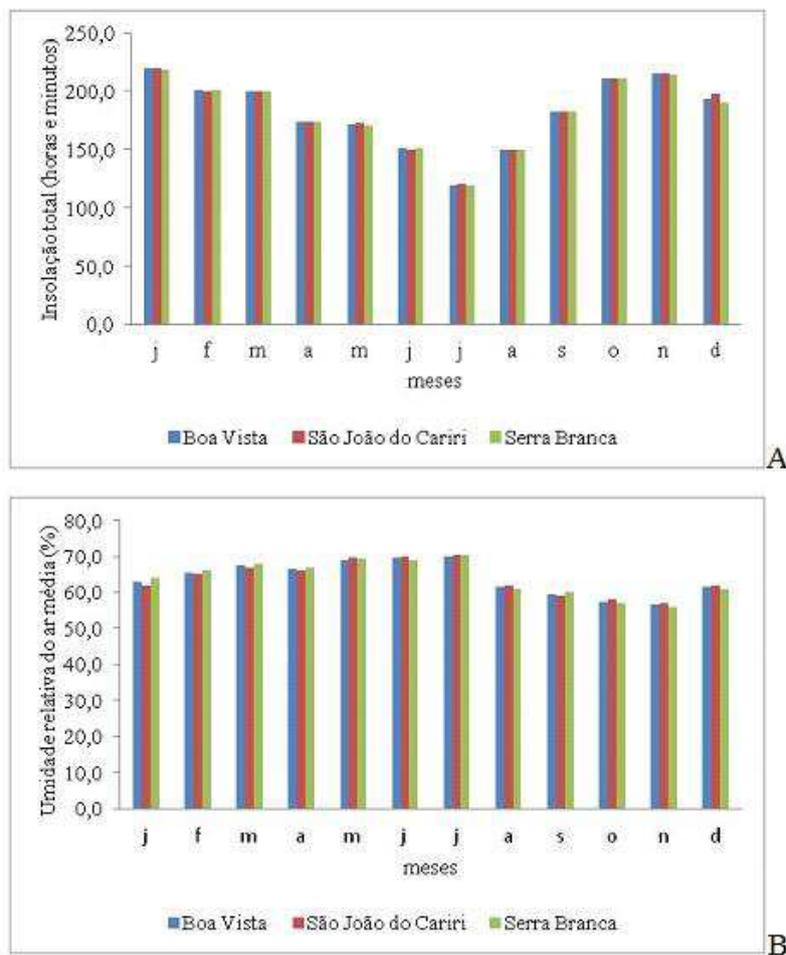
Figura 4- Representação das médias das temperaturas mensais média, máxima e mínima do ar (°C), para os municípios de Boa Vista (A), São João do Cariri (B) e Serra Branca (C). Azul temperatura média, vermelha temperatura máxima e verde temperatura mínima



Os dados de quantificação da radiação solar são necessários para o desenvolvimento de estudos agrometeorológicos, cujo objetivo busca obter uma melhor integração dos cultivos agrícolas aos recursos climáticos. Particularmente o seu efeito sobre o comportamento do desenvolvimento vegetal no que se refere à fotossíntese, evapotranspiração, fisiologia de plantas e desenvolvimento de pragas e doenças.

Mais recentemente, o dado sobre radiação solar vem sendo avaliado com grande interesse quanto a seus efeitos adversos sobre plantas, animais e seres humanos, causados pela radiação ultravioleta em função da redução da camada de ozônio em conformidade com Barret e Curtis (1992). Figura 5A insolação total e figura 5B umidade relativa média da área de estudo.

Figura 5- Insolação Total média mensal dos municípios em estudo (A); umidade relativa do ar média mensal dos municípios em estudo (B)



Fonte: Medeiros (2014)

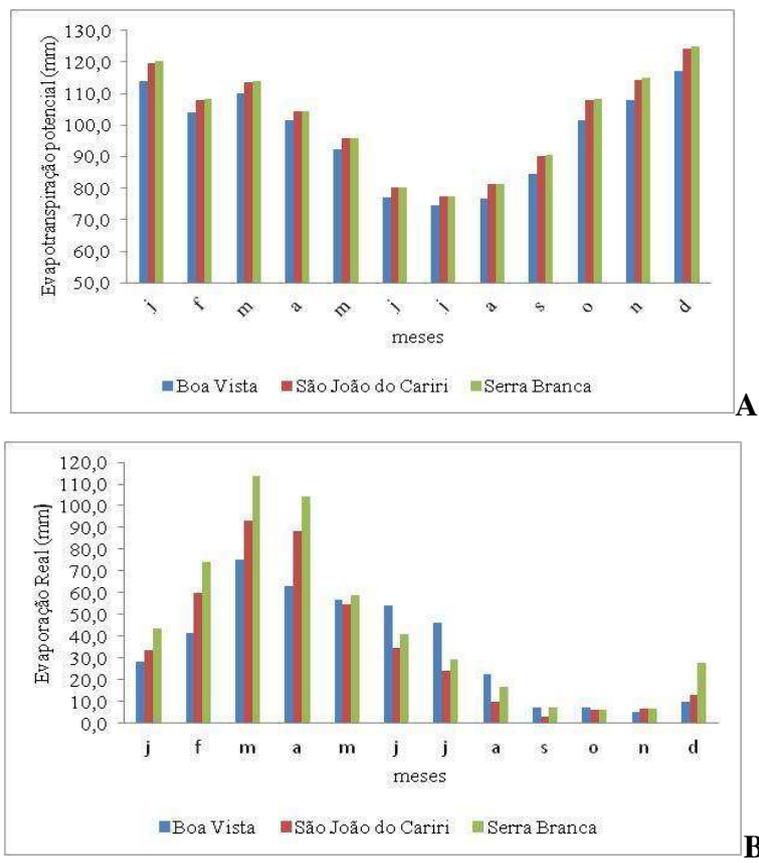
Devido à sua posição geográfica, os raios solares incidem quase diretamente sobre a microbacia hidrográfica da área estudada durante todo o ano. A quantidade de radiação solar que atinge a superfície do solo apresenta valores médio anuais de 2.187,2 horas e minutos em Boa Vista; 2.193,1 horas e minutos em São João do Cariri e em Serra Branca a incidência solar é de 2.181,3 horas, o trimestre com maiores incidências de radiação solar são os meses de outubro, novembro, janeiro e fevereiro com variação de 200,0 a 220,1 horas e décimos (Figura 5).

A umidade relativa do ar média mensal oscila ao longo do ano em conformidade com a cobertura da nebulosidade. O trimestre mais úmido ocorre nos meses de maio, junho e julho com flutuação entre 69,0 a 70,3%, os meses com umidade relativa menores são setembro, outubro e novembro e sua oscilação varia entre 56,0 a 60%, a umidade relativa do ar anual nos municípios de Boa Vista, São João do Cariri e Serra Branca são 64%, 64% e 64,1% respectivamente.

A evapotranspiração, fenômeno de transferência de água e de calor para a atmosfera, é um importante parâmetro para se relacionar à dinâmica da atmosfera ou o clima do Nordeste já que, nestas regiões, a taxa de evapotranspiração é alta, causando adaptações do solo e da cobertura vegetal (SILVA, 1977). As temperaturas na região nordeste são elevadas, a umidade relativa do ar é baixa e as precipitações pluviométricas são inferiores a evapotranspiração potencial caracterizando um acentuado déficit hídrico.

Figura 6A tem-se a variabilidade da evapotranspiração potencial dos municípios Boa Vista; São João do Cariri e Serra Branca na figura 6B e a evaporação real dos municípios Boa Vista; São João do Cariri e Serra Branca.

Figura 6- Evapotranspiração potencial dos municípios Boa Vista; São João do Cariri e Serra Branca (A); Evaporação real dos municípios Boa Vista; São João do Cariri e Serra Branca (B)



A evaporação real e evapotranspiração potencial foram estimadas a partir da fórmula de Thornthwaite e Mather (1955), por ser uma das equações que melhor explica o fenômeno no semiárido do Nordeste do Brasil. Observa-se na Figura 6A a variabilidade da evapotranspiração potencial mês a mês para os municípios estudados, observa-se que de julho a agosto ocorrem os menores índices de evapotranspiração e os seus maiores valores observados centra-se nos meses de novembro a janeiro, na Figura 6B tem-se a distribuição da evaporação real com o trimestre mais reduzido de evaporação os meses de setembro a novembro e o trimestre com maiores índices evaporativo ocorrem nos meses de fevereiro a abril.

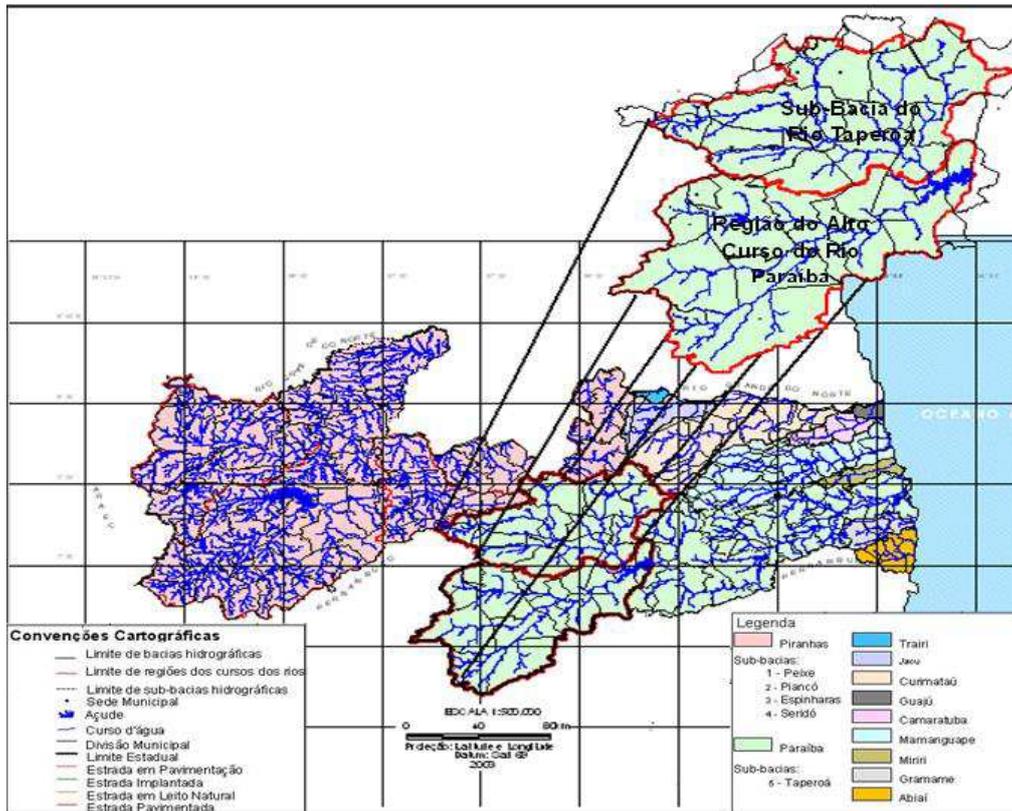
### **Bacia hidrográfica, águas superficiais e de subsolo**

A bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa está localizada no estado da Paraíba (Figura 7), nas coordenadas geográficas situada entre os paralelos de 6,861° e 8,303° de latitude sul e os meridianos de 36,021° e 37,356° de longitude oeste, representativa a parte central do Estado da Paraíba. Contida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, na sub-bacia do rio Taperoá e na Região do Alto Curso do Rio Paraíba, estendendo-se pela mesorregião geográfica da Borborema, cobrindo uma área total 12.385,64 km<sup>2</sup>, e que representa 21,9% de toda a área territorial do estado da Paraíba (IBGE, 1995), sendo responsável pelo abastecimento hídrico de aproximadamente 350.000 habitantes na cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba (MEDEIROS; MEDEIROS, 2000).

Nas sub-bacias, a do Rio Taperoá e Alto Curso do Rio Paraíba, observam-se características climáticas muito semelhantes entre si. De acordo com o clima da região, o ciclo pluviométrico se mostra curto e irregular, tanto espacialmente, quanto temporalmente, resultado de um clima predominantemente semiárido. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo BSw<sup>h</sup>, isto é, semiárido quente (VAREJÃO SILVA et al., 1987).

A bacia integra as mesorregiões da Borborema, Agreste Paraibano e Litoral Paraibano e é composta pelas sub-bacias do rio Taperoá e as correspondentes as regiões do Alto, Médio e Baixos Cursos do Rio Paraíba. Nela estão inseridos total ou parcialmente os municípios: Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Carauabas, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê.

Figura 7- Mapa do estado da Paraíba, dividido por bacias hidrográficas, com ênfase para região da bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa



A sub-bacia do Rio Taperoá se situa na parte central do Estado da Paraíba, conformando-se sob as latitudes  $6,863^{\circ}$  e  $7,576^{\circ}$  Sul e entre as longitudes  $36,167^{\circ}$  e  $37,023^{\circ}$  Oeste. Faz parte do sistema drenante do conjunto Rio Paraíba (Sub-bacia do Taperoá e Regiões do Alto, Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba). Limita-se com as sub-bacias do Espinharias e do Seridó a oeste, com a região do Alto Curso do Rio Paraíba ao sul, com as bacias do Jacó e Curimatáú ao norte, e com a região do Médio Curso do Rio Paraíba a leste.

Seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente que nasce na Serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba, no Açude de Boqueirão (Açude Presidente Epitácio Pessoa). Drena uma área aproximada de  $5.668,25 \text{ km}^2$ . Recebe contribuições de cursos da água como os rios São José dos Cordeiros, Floriano, Soledade e Boa Vista e dos riachos Carneiro, Mucuí e da Serra.

As vazões dos poços são bastante modestas, ou seja, inferiores a  $3,25 \text{ m}^3/\text{h}$  para rebaixamento do nível da água de 25 metros, com capacidade específica inferior a  $0,13 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , em média. Além disso, as águas do subsolo são, em geral, salinizadas com valo-

res totais de sais dissolvidos-TSD variando de 500 a 35.000 mg/l. Nesta província predominam rochas cristalinas, ou seja, gnaisses, xistos, migmatitos, granitos, quartzitos entre outras, apresentando, em geral, um potencial hidrogeológico muito fraco, pois os aquíferos estão restritos às zonas fraturadas.

Essa deficiência está relacionada diretamente com as condições de ocorrência e circulação das águas subterrâneas, que é agravada em função das características do clima semiárido que provoca taxas elevadas de salinidade nas águas.

A vegetação predominante na bacia do Rio Taperoá e Alto Curso do Paraíba são do tipo Caatinga hiperxerófila, hipoxerófila, floresta caducifólia e subcaducifólia, uma vegetação tipo savana estépica, “estacional-decidual, portanto com os estratos arbóreos e gramíneos – lenhosos periódicos e com numerosas plantas suculentas, sobretudo cactáceas” (IBGE, 1995).

As águas superficiais da área estudada estão em separada por motivo conveniente e de localização de bacias. O município de Boa Vista encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do médio Paraíba. Seus principais tributários são: os rios Bons Vista e São Pedro e os riachos: Riachão, Cachoeira dos Pombos, Lagoa Preta, da Farinha, dos Defuntos, da Macambira, andacaru, do Açude, do Tronco, do Pombo e Urubu. Todos os cursos d’água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

O município de São João do Cariri encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, parte na sub-bacia do Rio Taperoá e parte na região do Alto Paraíba. Seus principais tributários são: os rios Gurjão, Soledade, Taperoá, da Serra Branca e os riachos: da Caatinga, da Telma, do Mulungu, da Catingueira, Cachorro, do Afogado, das Marias Pretas, da Capoeira do Justino, das Cobras, do Saco, Pau da Ponta, Mateus, Fundo, Quixaba, do Formigueiro, da Cachoeira, do Milho, do Damásio, do Badalo, Boa Ventura, do Farias, Olho d’água, Algoduais, Macambira, Algodoeiros, Forquilha, do Bento, dos Avelós, do Cantinho, do Jirau, do Agave, dos Mares, Gravatá, Ipueirinha, da Cachoeirinha, das Cacimbas, do Curralinho, do Boi e Salgadinho. Os principais corpos de acumulação são: o Açude Público Namorado e as lagoas: de Baixo, do Pereira, da Serra, Forquilha, do Escondido e da Maniçoba. Todos os cursos d’água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

O município de Serra Branca encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, dividido entre a região do Alto Paraíba e a sub-bacia do Rio Taperoá. Seus principais tributários são: os rios da Serra Branca e Sucuru, além dos riachos: do Franco,

Salgado, do Garrote, do Formigueiro, Serrinha, Jatobá, do Manarí, da Macambira, do Caboclo, do Jirau, do Manoel Ferreira, Lagoa da Serra, dos Pereiras, do Camuquim, do Mulungu, Pedro da Costa, do Tatu, do Ligeiro, dos Mares, da Aroeira, do Angico, do Salgadinho, da Pedra da Onça, do Mandacaru, do Umbu, do Buraco, da Vertente e da Gangorra Grande. Os principais corpos de acumulação são os açudes: Público Serra Branca (14.042.570m<sup>3</sup>), da Lagoa de Cima, e as lagoas: da Maria Preta, do Cipó, do Velho, Maracajá e Panati. Todos os cursos d' água têm regime de escoamento Intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

### **Balanço hídrico climatológico**

Atualmente é enorme a demanda por recursos hídricos, tornando importante o conhecimento do ciclo da água, principalmente das variáveis climáticas, precipitação evapotranspiração, evaporação, umidade relativa (HORIKOSHI, 2007). Assim, de acordo com Camargo (1971) e Horikoshi (2007), para saber se uma região apresenta deficiência ou excesso de água ao longo do ano, é necessário comparar dois termos contrários do balanço, a precipitação (responsável pela umidade para o solo) e a evapotranspiração que utiliza essa umidade do solo. Segundo (PEREIRA et al., 2002; HORIKOSHI, 2007), a água disponível para o consumo e uso do homem pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico, em que fica evidente a variação temporal de períodos com excedente e com deficiência hídricas, permitindo, dessa forma, o planejamento agrícola.

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo.

Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955) elaboraram um sistema de contabilidade para obter os déficits e/ou excessos de água, a que denominaram balanço hídrico. Neste balanço o solo é um “depósito”, a precipitação é a “entrada” e a evapotranspiração representa a “saída”. Partindo-se de uma capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao tipo de planta cultivada, produz resultados úteis para a caracterização climatológica da região e informa sobre a distribuição das deficiências e excessos de precipitação, do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como mensal.

A Tabela 3 e as Figuras 8 (A, B, C), respectivamente mostram o balanço hídrico climático do período 1923-2011 para o município de Boa Vista, para o município de São

João do Cariri no período de 1911-2011 e para o município de Serra Branca no período de 1962-2011. Observa-se que o regime de chuvas anual, com uma estação seca bem definida, associado à má distribuição das chuvas durante a estação chuvosa e à pobreza de nutrientes dos solos, em geral, exige alto nível técnico para a produção agrícola, sendo recomendável a adoção de práticas de manejo que visem conservar a água no solo ou a irrigação.

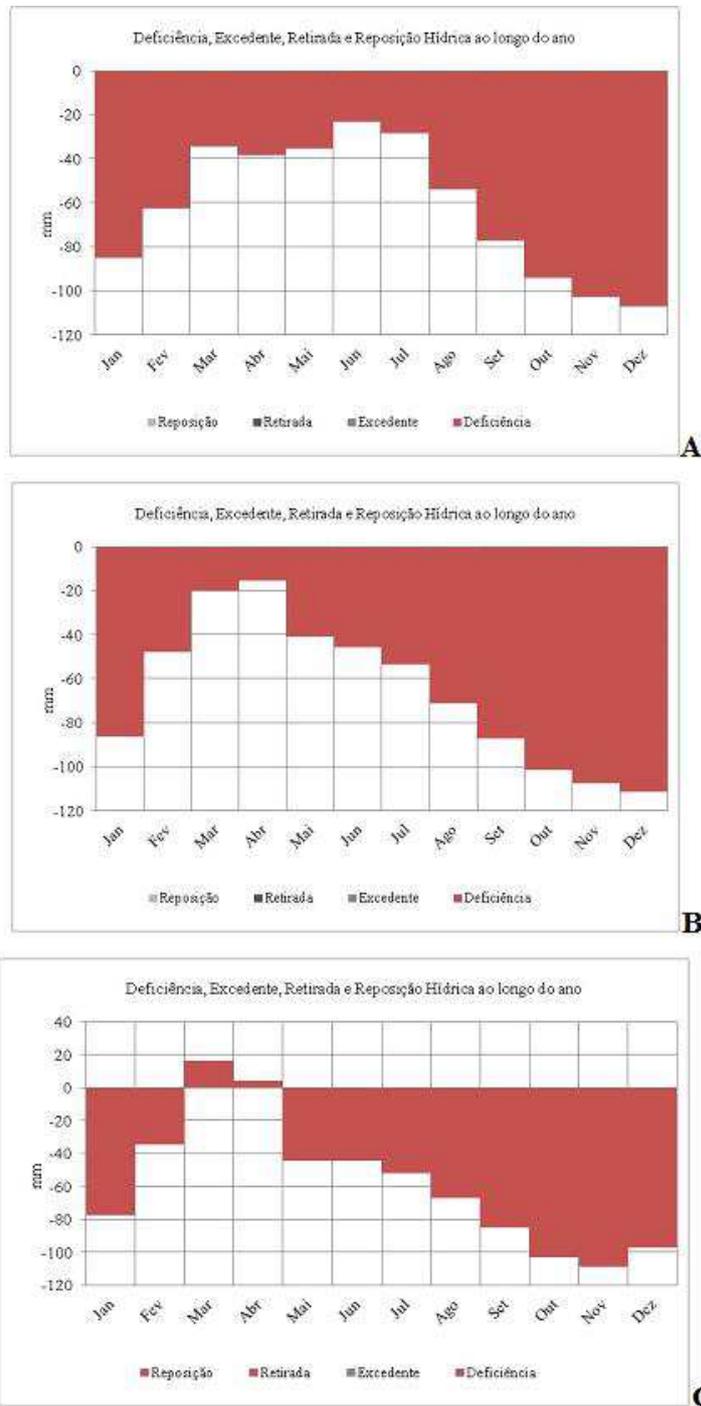
O município de Boa Vista com uma série de precipitação observada de 64 anos apresenta uma média anual de 4217,6 mm, a taxa anual de evapotranspiração potencial é de 1.161,4 mm praticamente quatro vezes o valor da precipitação, a evaporação real é igual ao índice pluviométrico, ocorrem deficiência hídrica em todos os meses do ano e não ocorrem excedentes hídricos. São João do Cariri tem uma média pluviométrica anual de 424,5 mm com 91 anos de observações pluviométricas, sua evapotranspiração potencial é aproximadamente quatro vezes o valor dos índices pluviométricos, a evaporação real segue os índices de chuvas ocorrem deficiência hídrica em todos os meses do ano e não ocorrem excedentes hídricos. Serra Branca tem uma média pluviométrica anual de 519,3 mm com 50 anos de observações pluviométricas, sua evapotranspiração potencial é aproximadamente duas vezes e meia o valor dos índices pluviométricos, a evaporação real segue os índices de chuvas ocorrem deficiência hídrica em todos os meses do ano e não ocorrem excedentes hídricos.

Tabela 3- Balanço hídrico climático para municípios de Boa Vista (1923-2011), São João do Cariri (1911-2011) e Serra Branca (1962-2011)

Municípios	Boa Vista					São João do Cariri					Serra Branca				
	Prec	Etp	Evr	Def	Exc	Prec	Etp	Evr	Def	Exc	Prec	Etp	Evr	Def	Exc
Jan	28,5	113,9	28,5	5,4	0	33,3	119,6	33,3	86,4	0	43,5	120,4	43,6	76,8	0
Fev	41,4	103,9	41,4	62,6	0	59,8	107,9	59,8	48,2	0	74,3	108,1	74,3	33,8	0
Mar	75,4	110,1	75,4	34,7	0	93,3	113,7	93,3	20,4	0	130	113,8	113,8	0	0
Abr	63,2	101,5	63,2	38,3	0	88,6	104,2	88,6	15,6	0	108,6	104,2	104,2	0	0
Mai	56,8	92,1	56,8	35,3	0	54,8	95,8	54,8	41	0	51,2	95,8	58,6	37,2	0
Jun	53,9	77,1	53,9	23,2	0	34,5	80,4	34,5	45,9	0	36	80,3	40,7	39,6	0
Jul	46,2	74,7	46,2	28,5	0	23,8	77,4	23,8	53,6	0	25,7	77,5	29,1	48,4	0
Ago	22,7	76,8	22,7	54,1	0	9,9	81,2	9,9	71,2	0	14	81,3	16,5	64,8	0
Set	7,3	84,7	7,3	77,4	0	2,8	90,1	2,8	87,4	0	5,4	90,6	6,9	83,7	0
Out	7,1	101,5	7,1	94,4	0	6	107,7	6	101,8	0	5,3	108,4	6	102,4	0
Nov	5,2	107,9	5,2	102,7	0	6,7	114,2	6,7	107,5	0	6,3	114,9	6,6	108,3	0
Dez	9,9	117,2	9,9	107,3	0	12,8	124,2	12,8	111,4	0	27,8	124,7	27,8	96,9	0
Anual	417,6	1161,4	417,6	743,8	0	424,5	1216,5	426,2	790,4	0	528,2	1220,1	528,2	691,9	0

Na Figura 8 tem o demonstrativo do balanço hídrico climático médio para os municípios de Boa Vista (A); São João do Cariri (B) e Serra Branca (C) - Capacidade de água disponível (CAD) igual a 100 mm. Em ambas as figuras observa-se a predominância da deficiência hídrica em todos os meses.

Figura 8- Balanço hídrico climático médio para os municípios de Boa Vista (A); São João do Cariri (B) e Serra Branca (C) - Capacidade de água disponível (CAD) igual a 100 mm



## CONCLUSÕES

Os diagnósticos concretizados neste trabalho representam uma primeira aproximação das potencialidades das áreas estudadas, em termos de clima, recursos hídricos e das reais necessidades de água para as principais culturas de importância econômica, visualizadas através do balanço hídrico;

A região não apresenta restrições de temperatura para a maioria dos cultivos adotados, mas, o regime de chuvas, com uma estação seca bem definida, associado à má distribuição das chuvas durante a estação chuvosa (fevereiro a junho) e a pobreza de nutrientes dos solos, em geral, exigem alto nível técnico para a produção agrícola, sendo recomendável a adoção de práticas de manejo que visem conservar a água no solo. Falta de água nos meses de agosto a dezembro limita o uso da terra, tornando inviável o cultivo nessa época do ano;

As águas subterrâneas não são abundantes e também não apresentam qualidade satisfatória para uso doméstico e para outros fins. No entanto, a agricultura praticada é a de cerqueiro, pois o uso da água subterrânea é restrito para fins agrícolas, por não permitem uma exploração mais eficiente desse recurso. Esse quadro mostra a necessidade da intervenção do poder público para a implementação de uma política de gestão, de forma que a população desta área possa desfrutar desse recurso de forma sustentável.

## REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Dados Pluviais. 2014. Disponível em: [www.aesa.pb.gov.br/index.php](http://www.aesa.pb.gov.br/index.php). Acesso em: 22 out. 2014.

BARRETT, E, C.; CURTIS, L, F. **Introduction to environmental Remote Sensing**. London: Chapman & Hall, 3. ed., 1992, 425p.

BRASIL. SUDENE – **Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste**. Dados pluviométricos mensais do Nordeste: estado do Piauí. Recife, 1990.

CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1971 (Boletim Técnico, 116).

CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B. Reclassificação dos perfis descritos no

Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6 n.1, ISSN -1519-5228, UEPB, 2006.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Brasil**, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CAVALCANTE, F. S.; DANTAS, J. S.; SANTOS, D.; CAMPOS, M. C. C. Considerações sobre a utilização dos principais solos no estado da Paraíba. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano IV, n. 8, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço Hídrico Atual e Simulações para Cenários Climáticos Futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 2, n. 2, 2007.

HUNTZINGER, L. T.; ELLIS, M. Central Nebraska River Basins. Bethesda: **Water Resources Bulletin**, v. 29, n. 4, p 533-574, 1993.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 1995. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 22 mar. 2012.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm. 1928.

MEDEIROS, R. M. **Estudo agrometeorológico para o Estado da Paraíba**. p.122, 2014.

MEDEIROS, R. M. **Planilhas do Balanço Hídrico Normal segundo Thornthwaite e Mather (1955)**. s. n. 2014.

MEDEIROS, A. M. T.; MEDEIROS, V. R. Análise das pluviometrias ocorridas na microrregião homogênea de Cariris Velhos e que contribuíram para a recuperação hídrica

do volume armazenável do açude Epitácio Pessoa. 2000, Natal. **Anais...** Rio Grande do Norte: V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 1 CD.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. **Influência dos fatores climáticos na produção.** Ecofisiologia da Produção Agrícola. Piracicaba: Potafos, 249 p. 1987.

PAULA, R. K.; BRITO, J. I. B.; BRAGA, C. C. Utilização da análise de componentes principais para verificação da variabilidade de chuvas em Pernambuco. XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. **Anais...** Belém do Pará, PA. 2010, CD Rom.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba: Agropecuária, 478p, 2002.

SANTANA, M. O.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; SILVA, D. D. Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.15, n.1, p.114-120, 2007.

SILVA, M. A. V. **Evapotranspiração em cultura irrigada no semiárido submédio São Francisco.** 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Espacial e da Atmosfera). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1977.

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments** n.58, p.575-596, 2004.

SORIANO, B. M. A. **Caracterização climática de Corumbá - MS.** Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997. 25p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).

THORNTHWAITE, C. W. An Approach Toward a Rational Classification of Climate. **Geogr. Rev.** v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The Water Balance. Publications.** In: Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p. 1955.

VAREJÃO SILVA, M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR, M. J.; SILVA, B. B.; NITZCHE, M. H.; **Atlas climatológico do estado da Paraíba**. Convênio UFPB / FINEP. 132 p., 1987.



## **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ESCOLA JOÃO PINTO DA SILVA NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SÃO MIGUEL-PB**

Maria Milena de Brito Dias<sup>1</sup>; Fabiana Leite Xavier<sup>2</sup>; Petrucia Nunes de Oliveira<sup>3</sup>.

**RESUMO:** Os resíduos são restos das atividades humanas que são produzidos em lugares diversos e que atualmente vem causando graves danos ao meio ambiente, afetando à saúde, segurança e a economia. Portanto este trabalho objetivou refletir sobre a problemática dos resíduos sólidos na escola João Pinto da Silva, no município de Barra de São Miguel-PB, buscando alternativas para aproveitar esses resíduos. A pesquisa foi realizada em duas etapas: primeiro uma palestra sobre os problemas ambientais envolvendo os resíduos sólidos e a segunda etapa, as oficinas para aproveitamento dos resíduos sólidos. Na palestra os alunos conseguiram compreender o tema sobre resíduos sólidos, proporcionando, desta forma, uma reflexão da temática da pesquisa. A oficina foi uma ferramenta didática que facilitou o aprendizado dos alunos, proporcionando uma troca de conhecimentos entre os participantes, estimulando o trabalho de maneira coletiva. As técnicas de aproveitamento ainda proporcionaram para os alunos uma renda extra, onde os mesmo pode se fabricar objetos recicláveis e vender. Conclui-se que os alunos refletiram sobre o tema, participaram de todos os momentos e se comprometeram a da continuidade as técnicas adquiridas. As práticas de educação ambiental trabalhadas no âmbito escolar é uma maneira de proporcionar aos alunos uma nova visão para sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação ambiental; Reciclagem; Resíduos sólidos.

---

<sup>1</sup> Aluna do Curso de Biologia da UVA/UNAVIDA.milenabrito88@hotmail.com.

**ABSTRACT:** Residues are remnants of human activities that are produced in different

places and that is currently causing serious damage to the environment, affecting the health, safety and the economy. Therefore this study aimed to reflect on the issue of solid waste in João Pinto da Silva School in the municipality of Barra de São Miguel-PB, seeking alternatives to take advantage of such waste. The survey was conducted in two stages: first a lecture on environmental problems involving solid waste and the second stage, workshops for utilization of solid waste. In the lecture the students were able to understand the theme of solid waste, providing thus a reflection of the theme of research. The workshop was a didactic tool that facilitated student learning, providing a knowledge exchange among participants, stimulating work collectively. The use of techniques still provided for students an extra income, where it can manufacture and sell recyclable objects. In conclusion, the students reflected on the topic, participated in all times and are committed to the continuity of the acquired techniques. The environmental education practices worked in schools is a way to provide students with a new vision for sustainability.

**KEYWORDS:** Environmental education; Recycling; Solid waste.

## **INTRODUÇÃO**

Os resíduos sólidos no Brasil representam um dos maiores problemas ambientais. A ausência de uma implantação de empreendimentos de tratamento, tecnologia e destinação de resíduos decorre do nosso desenvolvimento econômico tardio. Antes da implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS – a situação caracterizava-se pelo baixíssimo aproveitamento dos resíduos, tanto dos urbanos quanto do industrial e outros, e pela destinação inadequada.

O crescimento populacional tem proporcionado aumento da produção de lixo devido ao consumismo, observa-se que grande parte da população não se preocupa com os problemas que esses resíduos podem trazer para as pessoas e para o meio ambiente.

Os resíduos sólidos vêm causando graves danos ao meio ambiente, afetando à saúde, segurança, economia e bem-estar da população. Para Jacobi e Besen (2011) a adoção de padrões de produção e consumo sustentáveis e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos podem reduzir significativamente os impactos ao meio ambiente e a saúde. Cabral; Silva e Leite (2002) ressaltam que um dos problemas que mais abrange a sociedade é a produção excessiva de resíduos sólidos, estes quase sempre têm acondicionamento e destino inadequado. O importante é que todo resíduo representam uma fonte de riqueza,

que podem e devem ser aproveitados, pois quase todos podem ser reciclados e reaproveitados. Segundo Jacobi e Besen (2011) os resíduos sólidos possuem várias denominações e naturezas, além de origens diferenciadas e diversas composições.

Os resíduos são produzidos em lugares diversificados e, de acordo com o lugar onde é gerado, têm características diversas e podem ser classificados em: resíduos domiciliar, comerciais, industriais, público, agrícolas e resíduos dos serviços de saúde. É importante desenvolver pesquisas que proporcionem aproveitar os resíduos, visto que o principal destino é o lixão e esta prática contamina o ambiente, prejudicando as comunidades que moram nas suas proximidades.

Nesse contexto, torna-se necessário realizar trabalhos com aproveitamento de resíduos, principalmente, no âmbito escolar por ser o local onde proporciona aos alunos novos conhecimentos. Portanto através de palestras educativas e oficinas criativas, o aluno poderá compreender o manejo adequado dos resíduos sólidos para fins comerciais e assim gerando economia, além de minimizar os impactos ambientais, a mesma também levou o público alvo a repensar seus valores e práticas para com o meio ambiente, reduzindo assim o consumo exagerado e o desperdício. É de extrema importância se trabalhar a política dos 5Rs no âmbito escolar, para assim priorizar a redução do consumo e o reaproveitamento dos materiais em relação a sua própria reciclagem. Os 5Rs são: reduzir, repensar, reaproveitar, reciclar e recusar, os quais compõem um processo educativo que tem por objetivo propor uma mudança de hábitos no cotidiano dos cidadãos. Portanto este trabalho objetivou-se refletir sobre a problemática dos resíduos sólidos buscando alternativas para aproveitar esses resíduos na escola João Pinto da Silva no município de Barra de São Miguel-PB.

## **METODOLOGIA**

O referente trabalho foi desenvolvido através de uma metodologia descritiva, com abordagem qualitativa. Para Gil (1995) a pesquisa descritiva, procura descrever as características de determinada população, fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis, uma característica marcante está na utilização de técnicas de coleta de dados.

O trabalho foi realizado nos meses de agosto e setembro de 2015, nas turmas do fundamental II na Educação de Jovens e Adultos (EJA) da Escola Municipal João Pinto da Silva (EJPS) (Figura 1) localizada no município Barra de São Miguel-PB (Figura 2). O critério de escolha a respeito do público alvo foi devido uma das autoras deste referido

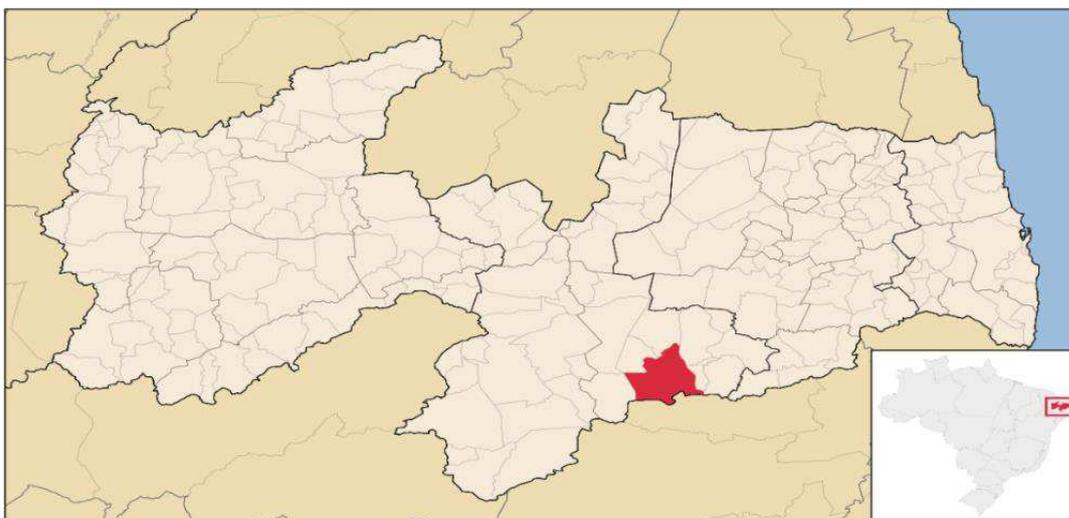
artigo lecionar na referida rede de ensino e já ter trabalhado diversas técnicas de sustentabilidade com algumas turmas. A referida escola foi fundada em 24 de outubro de 1983, hoje com direção do Sr. Miguel Arcanjo Costa dos Santos. O âmbito escolar tem cerca de 690 alunos dividido em 26 turmas que funciona nos três turnos, conta com cerca de aproximadamente 100 funcionários. Na sua estrutura contém 23 salas, a escola também possui, refeitório, biblioteca, banheiros, parque, laboratório de informática e matemática.

Figura 1 - Escola Municipal de Educação Básica João Pinto da Silva. Barra de São Miguel/PB – 2015



Fonte: Autores

Figura 2 - Mapa do estado da Paraíba, em destaque o município de Barra de São Miguel. 2015



Fonte: <http://www.cidades-brasil.com.br/municipio-barra-de-sao-miguel.html>

O município de Barra de São Miguel está localizado na microrregião do Cariri Oriental e se estende por 595,2 Km<sup>2</sup>. Segundo dados do IBGE (2010) o município apresenta 5611 habitantes, sendo dividido em 42% da zona urbana (2.364) e 58% da zona rural (3.247). A densidade demográfica é de 9,4 habitantes por km<sup>2</sup>. Possui como municípios limítrofes: São Domingos do Cariri, Santa Cruz do Capibaribe e Riacho de Santo Antônio.

A pesquisa observa a questão da Educação Ambiental aplicada no Gerenciamento de Resíduos Sólidos, dentro Escola Municipal de Educação Básica João Pinto da Silva, onde para as ações educativas participaram alunos e professores da rede de ensino supracitada. O público alvo foi escolhido devido ao comprometimento com a temática em questão, onde demonstraram interesse pela forma em que os resíduos estão sendo descartados e em conhecer alternativas que viesse a diminuir os impactos causados por esses resíduos.

O trabalho foi realizado em duas etapas, no primeiro momento foram realizadas palestras com exposições de vídeos, debates, no intuito de sensibilizar os alunos sobre os problemas ambientais. No último momento foram desenvolvidas oficinas com o material reciclado das residências domiciliares dos alunos com o objetivo que eles conhecessem e aprendessem práticas de aproveitamento para a diminuição do lixo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados abaixo é fruto de palestra e oficinas, realizadas nas turmas do fundamental II da EJA na EJPS no município de Barra de São Miguel-PB.

### **Palestra sobre resíduos sólidos**

A palestra é um recurso pedagógico muito utilizado em quase todas as áreas, no qual proporciona um aprendizado de forma que as pessoas reflitam mediante o tema proposto. É uma maneira de alcançar os objetivos propostos, proporcionando reflexões, acerca das informações e estimulando os ouvintes para novas ações. Com o propósito dos alunos conhecerem mais sobre a temática resíduos sólidos foi ministrada uma palestra, abordando: definição, lixo e coleta seletiva, tipos de resíduos, destino final do lixo, incineração, compostagem e reciclagem (Figura 3).

Figura 3 - Palestra com alunos da EJA/EMJPS, Barra de São Miguel/PB, 2015



Fonte: Autores

Para demonstração dos resíduos produzidos pelo município foi apresentado um gráfico e, logo em seguida, um vídeo mostrando a quantidade de lixo que é produzido diariamente no mundo. Diante desses dados os alunos ficaram surpresos com a quantidade de lixo que é produzido pelos seres humanos e se mostraram preocupados por não realizar ações que venham diminuir esses resíduos. Para Souza (2010) a disposição adequada dos resíduos, com o mínimo de degradação, é um dos maiores desafios da humanidade visto que só será possível reverter essa situação, se cada um fizer a sua parte. Nesse espaço foi mostrada a importância da reciclar os resíduos destinados ao lixão para que possam reutilizar e, assim, colaborar com a redução dos resíduos no ambiente. Durante a palestra foram expostas fotos mostrando alguns objetos feitos através do processo de reciclagem. A palestra foi construtiva, os alunos participaram bastante e se envolveram com o tema.

O conteúdo foi apresentado de forma dinâmica e clara, onde o principal objetivo foi promover a reflexão dos alunos sobre a quantidade de resíduos produzidos diariamente em suas residências. Ao término, o público alvo comentou que o grande problema do lixo, não está nos governantes e sim na população que precisa se organizar, ter uma nova visão e rever essa problemática. Para Cândido (2011) a educação ambiental tem sido foco principal, nos últimos anos, não só para os ambientalistas, mas também para o sistema educacional brasileiro. É importante destacar a preocupação do governo em educar passando conceitos de preservação e manutenção do meio ambiente. De acordo com Fonseca (2011) a educação ambiental deve ser trabalhada de forma interdisciplinar e não fragmentada e descontextualizada da realidade e dos outros conteúdos didáticos, pois esta questão faz parte da vida do cidadão.

## Oficinas sobre aproveitamento de Resíduos Sólidos

A oficina é uma metodologia que proporciona troca de conhecimentos entre os participantes, estimulando o trabalho de maneira coletiva, estas foram realizadas em sala de aula, no primeiro momento se explicou ao público alvo como seria o processo da reciclagem, para cada objeto que foi trabalhado já tinha uma amostra de como esse material ficaria após sua transformação, então diante dos objetos na oficina, os alunos e professores formaram grupos para um trabalho coletivo. É importante ressaltar que os materiais selecionados para realização dessa atividade partiu dos resíduos que os alunos mais descartavam em suas residências, como: tampas de garrafas, retalhos de pano, latas de alumínio, garrafas pet, potes de plásticos e caixas de papel, conforme (Figura 4).

Figura 4 - Materiais utilizados na oficina de reciclagem com os resíduos sólidos descartados pelos alunos da EMJPS Barram de São Miguel/PB - 2015. A - Tampas de garrafas e retalhos de pano; B - Latas de alumínio; C - Garrafas pet; D-Potes plásticos e caixa papel



Fonte: Autores

Durante o trabalho de reciclagem, os alunos e professores das respectivas turmas produziram objetos criativos com os materiais supracitados, a exemplo de: porta treco, puff, descanso de panela, porta lápis e peso de porta (Figura 5).

Figura 5 - Interação dos alunos e professores na produção dos objetos com resíduos sólidos na EMJPS, Barra de São Miguel/PB - 2015. A- Porta-treco; B - Puff; C - Descaso de panela; D e E - Porta-lápis; F - Peso de porta



Fonte: Autores.

O aproveitamento dos resíduos sólidos é de suma importância, pois ao contrário do que se pensa esses resíduos definidos como sendo obsoletos, possuem um grande potencial de reaproveitamento, visto que pode ser reciclado, conservando assim os recursos naturais não renováveis. De acordo com Silva (2007), o lixo é um elemento presente na vida de qualquer pessoa, sendo um ótimo tema a ser trabalhado com os alunos, de forma interdisciplinar, objetivando a conscientização e a mudança de atitudes dentro e fora da sala de aula. Assim, a educação ambiental na escola assume um papel preponderante para a formação do sujeito e sua inserção social, propiciando-lhe um agir com consciência e atitude perante os problemas do meio ambiente.

O público alvo teve a oportunidade de aprender na prática, que a reutilização desses resíduos sólidos podem fazer parte de uma complementação financeira proporcionando a sustentabilidade, aliada a preservação do meio ambiente. Para Trindade (2011) a prática da coleta seletiva é uma maneira de despertar nos alunos que as pequenas atitudes podem contribuir com a melhoria do meio ambiente. Visto que os resíduos sólidos continuaram a ser gerados, mas podem ser transformados em brinquedos e utensílios, até mesmo sendo doados para pessoas que trabalham diretamente com a coleta seletiva e reciclagem.

Na sala de aula foram confeccionados seis objetos (Figura 6) com os seguintes materiais: descanso de panela (tampas de garrafa, retalhos de panos, linha e agulha); Puff (garrafa pet, papelão, TNT, fita adesiva, cola branca, verniz e retalho de pano); porta treco (pote de plástico, retalhos de panos, cola branca, fitas e enfeites); peso de porta (caixa de papel, areia, retalhos de panos, fita adesiva, manta acrílica, pistola e bastões de cola quente, fitas e enfeites); jarros (caixas de papel, massa corrida, pincel, verniz e tinta de tecido) e porta lápis (latas de alumínio, cordões coloridos, pistola e bastões de cola quente, tinta de tecido, pincel, fitas e enfeites).

Figura 6 - Apresentação dos objetos confeccionados com alunos da EJA/EMJPS, Barra de São Miguel/PB, 2015. A - resultado da reciclagem; B - Materiais produzidos pelos alunos; C - todos os envolvidos na realização desse trabalho



Fonte: Autores.

Com os resultados obtidos todos se mostraram satisfeitos com o trabalho e alguns disseram que iriam fazer com o propósito de melhorar a renda familiar e para diminuir os impactos ambientais causados pelo lixo. Para Alencar (2005) a reciclagem no âmbito educacional gera ótimas oportunidades de mobilização e participação comunitárias desenvolvendo nos cidadãos a consciência ambiental e uma atitude de responsabilidade em relação ao lixo por eles gerado.

## CONCLUSÃO

A palestra proporcionou aos alunos uma reflexão para minimizar a quantidade de resíduos produzidos diariamente em suas residências, e perceberam que é possível evitar o acúmulo do lixo, realizando o aproveitamento desses resíduos.

A oficina foi uma ferramenta didática que facilitou o aprendizado dos alunos e proporcionou uma troca de conhecimento entre os participantes, além de estimular o trabalho de maneira coletiva. Com as técnicas adquiridas nas oficinas os alunos reaproveitaram os resíduos domésticos, percebendo também que os objetos fabricados por eles poderiam se tornar uma alternativa viável para aumentar a renda familiar. Portanto as práticas de educação ambiental trabalhadas no âmbito é uma maneira de proporcionar aos alunos uma nova visão para sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, M. M. M. Reciclagem de lixo numa escola pública do município de Salvador. **Candombá Revista Virtual**, Salvador, v.1, n. 2, p. 96-113. 2005.

**CABRAL, S.M.; SILVA, M. M. P.; LEITE, V.D.** Levantamento de resíduos sólidos gerados em escola; Estratégia para implantação de coleta seletiva. In: XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 2002, Cancúm, Mexico, **Anais...** Cancúm, Mexico, p. 1-5.

CÂNDIDO, S. de L. **Lixo: uma ferramenta para educação ambiental na ensino fundamental.** 2011. 20f. Monografia (Licenciatura em Biologia). Universidade de Brasília. 2011.

FONSECA, S. S. **Resíduos sólidos e cidadania: uma questão social e responsabilidade de todos.** 2011. 34f. Monografia (Licenciatura em Biologia), Universidade de Brasília-DF. 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** Editora Atlas - São Paulo. 1995. Disponível em: <http://user.das.ufsc.br/~andrer/ref/bibliogr/pesq/pesq1.htm>. Acesso em: 03 out. 2015.

IGETECON, UNIGETECON. **Meio ambiente: gestão de conflitos ambientais.** João Pessoa: MVC Editora Ltda, 96p. 2008

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.25, n.71, p. 135-158. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **A política dos 5R's**. Disponível em :<http://www.mma.gov.br/acessibilidade/item/9410> Acesso em: 27 out. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política de resíduos sólidos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/10272-pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-apresenta-resultados-em-4-anos>. Acesso em: 03 set. 2015.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M.; Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n.1. p. 111-124. 2008.

MUNICÍPIO DE BARRA DE SÃO MIGUEL. **Cidade-Brasil**. Disponível em: <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-barra-de-sao-miguel.htm>. Acesso em: 03 set. 2015.

NBR 6023. **Informação e documentação- Referências-Elaboração**. Rio de Janeiro-RJ. 2002. 24p.

SILVA, C. C. da M. B.; TAVARES, H. M. Educação Ambiental e cidadania. **Revista da católica**, Uberlândia, v.1, n.2, p.149-158, 2009.

SOARES, L. G. da C.; SALGUEIRO, A. A.; GAZINEU, M. H. P. Educação Ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso, **Revista Ciência e Tecnologias**, São Paulo, n.1, p. 1-9, 2007.

SOBARZO, L. C. D.; MARIN, F. A. D. G. Resíduos sólidos: Representações, conceitos e metodologias: Propostas de trabalho para o ensino fundamental. **Revista Ensino Geografia**, Uberlândia, v.1, n.1, p. 3-14, 2010.

SOUZA, A. C. S.; ALVES, S. B.; ZAPATA, M. R. C. G.; TIPPLE, A. F. V.; ROCHA, L. O.; GUIMARÃES, J. V.; PEREIRA, M. S. Descarte de resíduos infectantes: informações demonstradas e ações praticadas por estudantes de enfermagem e medicina. **Revista**

**Eletrônica de enfermagem**, Goiânia, v.17, n.1 p. 124-130. 2015.

SOUZA, G. C. P. **Diagnostico dos resíduos sólidos em uma escola da rede de ensino particular de Belém, no Estado do Pará**. 2010. 90f. Dissertação (Ciências Ambientais), Universidade de Taubaté-SP. 2010.

TRINDADE, N. A. D. Consciência ambiental: coleta seletiva e reciclagem no ambiente escolar. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.7, n.12, p.1-15. 2011.

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EXTRAÍDA DO POÇO ARTESIANO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ALCIDES CARNEIRO, EM CAMPINA GRANDE-PB**

Lazaro Ramom dos Santos Andrade<sup>1</sup>, Jeová Alves de Souza<sup>2</sup>,  
Sergio Murilo Santos de Araújo<sup>3</sup>

**RESUMO:** A cidade de Campina Grande vem sofrendo com a crise hídrica que se alastra por toda a Paraíba e as águas subterrâneas são alternativas para o enfrentamento dessa crise. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da água do poço localizado nas dependências do Hospital Universitário Alcides Carneiro-HUAC, na cidade de Campina Grande-PB, por meio de indicadores microbiológicos e físico-químicos. O estudo tem o caráter exploratório e descritivo de corte transversal com abordagem do tipo quantitativa. Os resultados da pesquisa indicaram que a água está fora dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria 2914/11 do Ministério da saúde, no que concerne a avaliação dos padrões microbiológicos e físico-químicos, e estas análises indicaram: a) presença de bactérias do tipo coliformes totais e *Escherichia coli* e b) que o sódio (349,6 mg/l), cloreto (426,0mg/l) e sólidos totais dissolvidos (1.308,3mg/l) estão com valores acima dos padrões de potabilidade exigidos. Os dados da análise da água foram disponibilizados e entregues à direção do HU sendo tomadas como medidas a licitação para aquisição de dessalinizador a ser implantado na saída do poço para a aquisição de água de qualidade a fim de abastecer o hospital.

**PALAVRAS-CHAVES:** Análise da água; Padrões microbiológicos; Crise hídrica.

---

1 Biólogo formado pela Universidade Estadual da Paraíba, mestrando em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. Email: vasmeiras@hotmail.com.

2 Enfermeiro Especialista, formado pela Universidade Estadual da Paraíba, mestrando em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG.

3 Doutor em Ciências – Área de Administração e Política de Recursos Minerais/Geociências (UNICAMP). Professor Adjunto III da Universidade Federal de Campina Grande.

## **WATER QUALITY EVALUATION EXTRACTED ARTESIAN WELL IN UNIVERSITY HOSPITAL ALCIDES CARNEIRO IN CAMPINA GRANDE-PB**

**ABSTRACT:** The city of Campina Grande has suffered from a water crisis that is spreading throughout the Paraíba and groundwaters are alternatives to confront this crisis. Work objective was to evaluate the well's water quality located on the premises of the University Hospital Alcides Carneiro - UHAC, in the city of Campina Grande-PB, by microbiological and physico-chemical indicators. Study is exploratory and descriptive of transverse cut with type quantitative and qualitative approach. The research results indicated that the water is out of potability standards required by Executive Order 2914/11 from the Ministry of Health, regarding the evaluation of microbiological and physico-chemical standards, and these analyzes indicated respectively: A- the presence of total coliform bacteria type and *Escherichia coli* and B- the sodium (349,6 mg/l), chloride (426,0mg/l) and total dissolved solids (1.308,3 mg/l) are above the required potability standards values. The water analysis data were available and delivered to the direction of HU, measures being taken as the bid for acquisition of desalinator to be implemented at the pit exit for the water quality in order to supply the hospital.

**KEYWORDS:** Water Analysis; Microbiological standards; Water crisis.

### **INTRODUÇÃO**

O crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Todo o planeta vem sofrendo com influência direta e/ou indireta do homem, como por exemplo, contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos e contaminação de lençol freático (GOULART, 2003).

A escassez hídrica sofrida pela região Nordeste acarreta diversos problemas sociais e econômicos que atingem diretamente a saúde e qualidade de vida da população. A cidade de Campina Grande vem sofrendo com a crise hídrica que se alastra por todo o estado da Paraíba. Atualmente a cidade passa por um severo racionamento de água durante quatro dias da semana, proporcionando grandes transtornos para a população que precisa recorrer a fontes alternativas como poços artesianos.

As águas subterrâneas representam mais de 95% das reservas de água doce exploráveis no globo, de modo que mais da metade da população mundial depende dessa fonte hídrica (PALUDO, 2010). Esse tipo de água torna-se disponível ao uso humano principalmente a partir da perfuração de poços. Podem também aflorar na forma de fontes quando a superfície do terreno intercepta o lençol freático. As águas subterrâneas se encontram em diferentes profundidades podendo variar de 15 a 3000 metros (NANES, 2012)

Apesar da grande quantidade de água subterrânea, muitas vezes a população não pode utilizar essa água devido à grande carga de poluentes como bactérias do tipo Coliformes. Além da presença de bactérias, as águas de poços rasos também podem ser contaminadas por nitrato, estando associada à presença de fossas nas áreas urbanas, e utilização de dejetos e fertilizantes inorgânicos nas lavouras nas áreas rurais (AYACH, 2012).

As características físico-químicas e microbiológicas das águas subterrâneas dependem do meio por onde elas infiltram, tendo uma relação com os tipos de rochas drenadas e com os produtos das atividades humanas adquiridas ao longo de seu trajeto. A perfuração de poços com localização inadequada coloca em risco a saúde de quem utiliza essa água, sendo necessário um estudo da área por profissionais técnicos capacitados antes da perfuração do perímetro.

Em hospitais, o cuidado com a qualidade da água deve ser bastante rigoroso, uma vez que o consumo de água contaminada pode levar ao surgimento de quadros de infecções e piorar ainda mais o estado dos pacientes. Em 1996 cerca de 70 pessoas morreram vítimas da água utilizada no tratamento de hemodiálise a qual estava contaminada por toxinas de cianobactérias, na cidade de Caruaru-PE (NETO, 2011).

Tendo-se em vista a magnitude da problemática mundial de escassez da água, com ênfase nas regiões áridas e semiáridas do planeta, bem como a importância da água subterrânea como fonte alternativa de abastecimento e a possibilidade de contaminação por efluentes, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água do poço localizado nas dependências do Hospital Universitário Alcides Carneiro, na cidade de Campina Grande-PB, por meio de indicadores microbiológicos e físico-químicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Tipo de Estudo

Estudo exploratório e descritivo de corte transversal, por ser realizado em determinado período de tempo, com abordagem do tipo quantitativa e qualitativa por favorecer a quantificação e discussão qualitativa dos resultados.

### Caracterização da área de estudo

A cidade de Campina Grande, localizada no interior do estado da Paraíba, conta com o Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC), que é um órgão suplementar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), o qual se constitui como hospital geral de referência para o SUS, possui 178 leitos distribuídos nas mais diversas clínicas incluindo UTI adulto, pediátrico, neonatal e, atendendo a população com procedimentos de média e alta complexidade (PEREIRA, 2013). A figura 1 ilustra a área do hospital, de modo que os leitos hospitalares estão divididos na tabela 1.

Figura 1– Vista aérea do Hospital Universitário Alcides Carneiro



Fonte: Google Earth, 2015.

Tabela 1– Leitos hospitalares presentes no HUAC

<b>Especialidades</b>	<b>Quantidade</b>
<b><u>Leitos Cirúrgicos:</u></b>	
* Cirurgia Geral	<b>30</b>
* Ginecologia	<b>04</b>
* Nefrologia/Urologia	<b>03</b>
<b><u>Leitos Clínicos:</u></b>	
* Cardiologia	<b>10</b>
* AIDS	<b>08</b>
* Clínica Geral	<b>14</b>
* Oncologia	<b>04</b>
* Endocrinologia	<b>10</b>
* Pediatria	<b>57</b>
* Pneumologia	<b>10</b>
* Infectologia	<b>13</b>
<b><u>Complementar:</u></b>	
* UTI Adulto	<b>10</b>
* UTI Infantil	<b>05</b>
* UTI Neonatal	<b>04</b>

Fonte: <http://www.ufcg.edu.br>

### **Coleta de amostras de água**

A coleta de água foi realizada no poço presente na entrada do ambulatório do Hospital Universitário Alcides Carneiro. O poço em estudo foi perfurado no mês de julho de 2015 com o intuito de mitigar o racionamento de água nas dependências do hospital, em virtude da escassez de água sofrida em Campina Grande. As coordenadas do poço são: 7° 13'44.10''S e 35° 53'31.65'' O (Figura 2).

Figura 2– Poço perfurado no HUAC.



Fonte: Própria dos autores, HUAC, 2015.

### **Análises bacteriológicas**

As análises bacteriológicas seguiram as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 1999). A *figura 2 (A e B)* apresenta o método usado para análise bacteriológica.

No Brasil, a portaria nº2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece, entre outros parâmetros, a análise de coliformes totais, termotolerantes ou *Escherichia coli* para análise de água para consumo humano. O Quadro 1 explana os tipos de análises que foram realizadas no trabalho e suas respectivas metodologias.

Quadro 1– Metodologia utilizada para as análises bacteriológicas

<b>Análises Bacteriológicas</b>	
<b>Tipo de análise</b>	<b>Método utilizado</b>
Coliformes Totais	Substrato definido – Colilert
<i>Escherichia coli</i>	Substrato definido – Colilert

Fonte: Adaptado por Andrade com base em APHA (1999).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos padrão e esterilizados contendo tiosulfato de sódio e transportadas em caixa de isopor com gelox para as dependências do Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES), localizado na Universidade Federal de Campina Grande, onde se procederam as técnicas de análises bacteriológicas da água.

A técnica de substrato cromogênico Enzimático Colilert se baseia na identificação dos microrganismos pela análise de suas enzimas constituintes (COVERT et al., 1989). O meio Colilert contém substratos para a detecção específica da  $\beta$ -galactosidase para a detecção específica de coliformes totais e da  $\beta$ -glucuronidase para a detecção específica de *E. coli* (Figura 3).

Figura 3– Água do poço em análise antes (A) e depois da leitura (B)



Fonte: Própria dos autores, 2015.

### **Análises físico-químicas**

Para as análises físico-químicas foi realizada uma coleta de água no poço com uma garrafa pet. O Quadro 2 apresenta as análises realizadas, bem como o método utilizado que foi tomado como base em APHA (1999).

Quadro 2– Metodologia utilizada para as análises físico-químicas

<b>Análises</b>	<b>Métodos</b>
Condutividade elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C	Instrumental
Potencial Hidrogeniônico, pH	Potenciométrico
Turbidez, (uT)	Colorimétrico
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	Colorimétrico
Dureza Total, mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titulométrico
Sódio (Na <sup>+</sup> ), mg/L	Totometria de chama
Alumínio, mg/L Al	Colorimétrico
Ferro Total, mg/L Fe	Colorimétrico
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	Espectrofotometria
Fósforo Total, mg/L	Colorimétrico
Cloreto, mg/L Cl	Titulométrico
Nitrato, mg/L NO <sub>3</sub>	Colorimétrico
Nitrito, mg/L NO <sub>2</sub>	Colorimétrico
Amônia, mg/L NH <sub>3</sub>	Colorimétrico

Fonte: Adaptado por Andrade a partir de APHA, 1999.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Análises Bacteriológicas

A partir das análises bacteriológicas realizadas com a água do poço do hospital universitário podemos constatar a presença de bactérias do tipo coliformes totais e *Escherichia coli*, conforme apresentado na Quadro 3.

Quadro 3– Resultado das análises bacteriológicas da água do poço do HU

<b>Análises</b>	<b>Coliformes Totais</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>
Primeira análise	Presente	Presente
Segunda repicagem	Presente	Presente
Terceira repicagem	Presente	Presente

Fonte: Própria dos autores, 2015.

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011, água potável tem que ser ausente de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, ou seja, *essa água não pode ser utilizada para consumo no hospital sem antes passar por um tratamento, a exemplo da cloração*. Como o grupo dos coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, isto limita sua aplicação como indicador específico de contaminação fecal, sendo utilizado como indicador de higiene sanitária ambiental.

*A presença de Escherichia coli indica contaminação por material fecal, que pode acarretar inúmeras doenças infecciosas aos pacientes, assim como a equipe médica e demais funcionários que labutam nesse centro de saúde.*

O meio ambiente hospitalar guarda uma íntima relação com as infecções hospitalares, podendo proporcionar focos de transmissão de diversas doenças (ANDRADE et al., 2000). Dentre os meios de transmissão, a água utilizada para o consumo humano no interior desses centros médicos, quando não tratada de acordo com os padrões de potabilidade, representa um foco significativo para a transmissão de patógenos o que, por sua vez, acarreta maiores complicações no transcorrer do tratamento da doença inicial e aumenta o tempo de internação do paciente acometido, acarretando perdas para a tríade indivíduo/família/sociedade.

A análise de água para consumo humano deve ser feita periodicamente para que se possa avaliar o padrão de potabilidade (SISÁGUA, 2009), o que no ambiente hospitalar se apresenta como ação imprescindível, uma vez que as pessoas hospitalizadas, de modo geral, apresentam o sistema imune debilitado devido às doenças que os levaram ao processo de internação, tornando-os mais vulneráveis a microrganismos patogênicos e oportunistas. Tal fato torna necessária a tomada de medidas apropriadas para o controle e manutenção da qualidade da água nestes ambientes com o intuito de melhor controlar o número de casos de infecções de cunho hospitalar e promover a recuperação da saúde dessas pessoas e a reinserção das mesmas à família e sociedade.

Geralmente as infecções transmitidas ou veiculadas pela água ocorrem quando um microrganismo infeccioso é adquirido por meio da água que foi contaminada, de alguma forma, por tipos variados de parasitos dos quais há destaque para os que estão presentes na matéria fecal, a qual em sua composição comum apresenta patógenos oriundos do intestino de humanos ou de animais. Quando esses patógenos contaminam a rede de abastecimento público ou outras fontes de água potável utilizadas por muitas pessoas, podem aparecer surtos epidêmicos de doenças intestinais, afetando um grande número de indivíduos em um curto período de tempo (PELCZAR, 1996).

Para o controle da qualidade bacteriológica da água, é utilizado um método de identificação de organismos que habitam os intestinos de animais de sangue quente e que sejam excretados nas fezes (MARQUEZI, 2010). A presença desses organismos indicadores, na água, é evidência de contaminação fecal e, por conseguinte, do risco da presença de microrganismos patogênicos de alta virulência com capacidade de rápida infestação no organismo humano e de promover surtos epidêmicos em meio às comunidades.

*Quando tratamos, especificamente, da contaminação de águas subterrâneas por bactérias é bastante comum encontrarmos resultados semelhantes aos observados em trabalhos científicos como o de Rohden et al. (2009, p. 2200), que realizou uma pesquisa com quatorze Municípios no Estado de Santa Catarina, constatando que 54,7% das amostras analisadas estavam contaminadas com bactérias do grupo coliformes. Tal fato serve de alerta para a tomada de decisões pelas entidades governamentais e as responsáveis pelo abastecimento de água potável em cada município, bem como estas pesquisas são importantes no que concerne a implementação de medidas eficientes e eficazes para o controle da qualidade de água destinada às comunidades.*

Dentre os processos utilizados para atingir a potabilidade da água utilizada para o consumo humano destaca-se a osmose reversa que consiste na desmineralização da água, da qual a separação se dá através de membranas por alta pressão sendo a água forçada a passar por pequenos poros com pressão entre 100 e 150 psi, o que, por sua vez, representa uma das alternativas para se alcançar os padrões de água desmineralizada utilizando menor gasto de energia e menor agressividade ao meio ambiente, além de ser mais viável economicamente quando compara aos processos de troca iônica ou destilação (ROVANI, 2012).

*Neste sentido, uma alternativa para purificar água extraída do poço no HUAC seria a instalação de um aparelho de dessalinização (Osmose Reversa) na saída do poço. Com essa medida a água poderia ser utilizada para os diversos fins dentro do hospital, inclusive para o consumo dos pacientes. A Osmose Reversa é bastante utilizada no Nordeste brasileiro para o tratamento da água salobra de poços, levando assim água de qualidade para diversas famílias.*

### **Análises físico-químicas**

Foram analisados quinze parâmetros físico-químicos conforme descrito na tabela 5 abaixo, de modo que apenas o sódio, cloreto e sólidos totais dissolvidos estão fora dos padrões de potabilidade exigidos pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

Tabela 2– Resultados das análises físico-químicas da água do poço

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP (**)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25 °C	1.698,0	---
<b>Potencial Hidrogeniônico, pH</b>	7,2	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	1,0	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).	10,0	15,0
<b>Dureza Total (CaCO<sub>3</sub>), mg/L</b>	187,5	500,0
Sódio (Na <sup>+</sup> ), mg/L	<b>349,6</b>	200,0
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ), mg/L	0,03	0,2
Ferro Total, mg/L	0,02	0,3
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/L	22,9	250,0
Fósforo Total, mg/L	0,1	---
Cloreto (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	<b>426,0</b>	250,0
N-Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	0,1	10,0
N-Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	0,015	1,0
Amônia (NH <sub>3</sub> ), mg/L	1,25	1,5
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L	<b>1.308,3</b>	1.000,0

VMP (\*\*) Valor máximo permitido pela Portaria 2914/11 do Ministério da saúde.

Fonte: Própria dos autores, HUAC, 2015.

A condutividade elétrica está relacionada ao teor de salinidade e indica a capacidade da água natural de conduzir corrente elétrica, valendo a notificação de que a condutividade elétrica não possui um limite estabelecido pela Portaria nº 2914/2011, no entanto ela pode auxiliar na identificação de fontes poluidoras (ESTEVES, 1988).

Ao serem analisadas amostras de água observa-se que as águas naturais apresentam uma condutividade elétrica inferior a 100  $\mu\text{S/cm}$ , mas os corpos d'água que recebem efluentes domésticos e industriais podem atingir um quantitativo de 1000  $\mu\text{S/cm}$  (LIBÂNIO, 2005). De acordo com o valor apresentado na tabela acima, mediante a análise realizada da água do poço do HUAC, a condutividade elétrica está acima da margem proposta por

Libânio (2005), o que indica contaminação, sendo assim, essa água pode estar sofrendo contaminação por algum tipo dos efluentes supracitados, uma vez que também os resultados das análises bacteriológicas indicam contaminação por matéria fecal.

A qualidade da água subterrânea apresenta quanto à salinidade variação sazonal, pois é influenciada pelos condicionantes hidrológicos e climáticos, seja pelo efeito da diluição dos sais pela recarga pluviométrica, seja pelo efeito de concentração pela evaporação acentuada (ANDRADE et al., 2012).

A concentração de sódio nas águas subterrâneas pode variar com a profundidade do poço e alcançar maiores concentrações do que nas águas superficiais (CORNATIONI, 2010). São as restrições ao uso de sódio por pessoas sofrendo de problemas renais, hipertensão, edemas associados à falha cardíaca congestiva, que tornam necessário avaliar o nível de sódio na água de consumo humano (BATTALHA; PARLATORE, 1977).

Os íons fazem parte do controle do metabolismo dos seres vivos, especificamente, os íons sódio e potássio promovem o controle das funções celulares através da bomba de sódio e potássio, o que faz necessária a presença dos íons cloro para a manutenção do equilíbrio químico. Entretanto quando esses íons são dispostos em excesso na alimentação ou na água ingerida, como por exemplo, o sódio pode ocasionar uma série de processos patológicos os quais quando não tratados em tempo hábil e corretamente podem fazer o indivíduo evoluir para um quadro de morbimortalidade, como nos casos de hipertensão arterial sistêmica, cardiopatias e insuficiência renal (SOUZA; ELIAS, 2006).

Os íons cloro quando em excesso na água também podem ser prejudiciais à saúde dos seres humanos, conforme relata a pesquisa realizada por Meyer (1994), onde foi comprovado que a presença de compostos orgânicos em águas que sofrem o processo de cloração resulta na formação dos trihalometanos, os quais são formados por um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de halogênio e são considerados compostos que favorecem o surgimento de cânceres (carcinogênicos) e sua presença na água deve ser evitada em decorrência de haver levantamentos epidemiológicos relacionando a concentração dos trihalometanos à morbidade e a mortalidade por câncer, evidenciando associações positivas em alguns casos de carcinomas.

No ambiente hospitalar a água disponível pelo sistema de abastecimento é direcionada para as atividades do centro cirúrgico e a central de materiais onde é realizado o processo de limpeza e esterilização dos instrumentais cirúrgicos, conforme normas, resoluções e portarias da Agência de Vigilância sanitária (ANVISA). Porém, a qualidade da

água é fator preocupante para a conservação dos instrumentais porque uma maior concentração de cloro na água pode provocar o desenvolvimento de pontos de corrosão na superfície metálica desgastando o material; assim a concentração de íons metálicos na água, tais como, ferro, cobre e manganês pode ocasionar o surgimento de manchas coloridas na superfície dos instrumentais cirúrgicos (ANVISA, 2012; 1998).

Concentrações elevadas do íon cloreto na água podem trazer também restrições ao sabor da água e dessa forma fazer com que seja rejeitada pelo consumidor. Esse íon tem efeito laxativo em alguns casos. Segundo FREITAS (2001), altos níveis de cloretos podem afetar o crescimento das plantas, além de causar doenças na população quando em quantidades maiores do que 1000 mg/L.

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (CASTRO, 2013). Teores elevados deste parâmetro indicam que a água tem sabor desagradável, podendo causar problemas digestivos principalmente em crianças e danificar as redes de distribuição de água. As principais causas para o aumento da quantidade de sólidos na água são: o despejo de esgotos e o uso dos solos para a agricultura. Os esgotos domésticos não tratados podem contribuir com uma variação típica de 700 a 1.350 mg/L de sólidos totais (VON SPERLING, 1996).

Quanto aos demais parâmetros físico-químicos analisados, de acordo com a tabela 2, os mesmos estão dentro do valor permitido pela resolução vigente de potabilidade. A água extraída do poço no HUAC pode ser utilizada para a limpeza do hospital, assim como nas dependências dos banheiros espalhados pelo mesmo. Sem que haja um tratamento prévio a água do poço que foi analisada não pode servir para a ingestão humana e ao ser observado a soma da contaminação de bactérias de origem fecal com alguns parâmetros, como sódio e cloreto, percebe-se um alerta para o perigo de possíveis infecções caso venha haver a ingestão dessa água.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A iniciativa de se promover fontes alternativas de água em meio à crise hídrica vivenciada pelo semiárido brasileiro, especificamente no interior do estado da Paraíba, é uma ação plausível, entretanto deve-se observar a legislação vigente quanto ao tipo e qualidade da água que é explorada, seguindo-se sempre as devidas recomendações do Ministério da Saúde quanto ao requisito potabilidade.

A água extraída do poço do HUAC, a qual foi analisada, está fora dos padrões de potabilidade que são exigidos pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, no que concerne a avaliação dos padrões microbiológicos e físico-químicos, estas análises indicaram respectivamente: A- a presença de bactérias do tipo coliformes totais e *Escherichia coli* e B- que o sódio, cloreto e sólidos totais dissolvidos estão com valores acima dos padrões de potabilidade exigidos pela portaria supracitada do Ministério da Saúde.

Os dados da análise da água foram disponibilizados e entregues a direção do HU com os devidos esclarecimentos a respeito do tipo de uso que pode ser feito da água logo após a extração e as formas alternativas de tratamento para essa água poder ser usada para o consumo humano e demais finalidades dos setores do hospital, como centro cirúrgico e central de material esterilizado.

Após a divulgação desses dados para a equipe administrativa foram tomadas algumas medidas como a drenagem da parte mais superficial dessa água para atenuar os níveis de sua salinidade e a licitação de um aparelho de dessalinização para ser implantado na saída do poço, com o intuito levar água de qualidade para todas as dependências do hospital, diminuindo assim os riscos de contaminação dos pacientes, bem como de toda a equipe que trabalha nessa instituição de saúde.

Mediante a avaliação da água extraída do poço do HUAC, ficam claros os riscos a que as pessoas estão expostas ao utilizarem águas subterrâneas sem que haja as análises físico-químicas e bacteriológicas pertinentes à avaliação de potabilidade. Contudo essa pesquisa serve de alerta para quem usa a água subterrânea de forma aleatória, quer sejam pessoas físicas ou jurídicas, assim como instiga a realização de estudos a respeito da qualidade da água advinda de fontes alternativas com intuito de abastecimento para o consumo humano em meio à crise hídrica vivenciada.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, T. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; RODRIGUES, D. F. B. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande – PB, v.16, n.5, p.496–504, 2012.

ANDRADE, D.; ANGERAMI, E. L. S.; PADOVANI, C. R. Condição microbiológica

dos leitos hospitalares antes e depois de sua limpeza. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 163-169, 2000.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 15, DE 15 DE MARÇO DE 2012**. Brasília, 2012.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **Portaria 2.616, de 12 de maio de 1998**. Brasília, 1998.

APHA - American Public Health Association New York. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater**. Ed. New York, 1999.

AYACH, L. R.; GUIMARÃES, S. T. L.; CAPPI, N.; AYACH, C. Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos. **Caderno de Geografia**, PUC Minas, v. 22, n. 37, 2012.

BATTALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da Qualidade da água para consumo humano**. 2. ed. São Paulo: Gráfica CETESB, 1977, 198p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria nº. 2914 de 12 de Dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, 2011.

CASTRO, A, S.; SILVA, B, M.; FABRI, R, L. avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água dos bebedouros de uma instituição de ensino superior de juiz de fora, minas gerais. **Rev. Nutrir Gerais**, Ipatinga, v. 7 n. 12, p. 984-998, 2013.

CORNATIONI, M. B. **Análises físico-químicas da água de abastecimento do município de Colina-SP**. 2010. Trabalho de conclusão do Curso (Graduação). Faculdades Integradas - FAFIBE. Bebedouro –SP, 2010.

COVERT, T. C.; SHADIX, L. C.; RICE, E. W.; HAINES, J. R.; FREYBERG, R. W. Evaluation of the auto-analysis Colilert test for detection and enumeration of total coliforms. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.54, n. 10, p. 215-229, 1989.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 575p. 1988.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.

MARQUEZI, M. C. H. **Comparação de Metodologias para a Estimativa do Número mais Provável (NMP) de Coliformes em Amostras de Água**. Universidade Federal de São Paulo. Piracicaba: 2010.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 99-110, 1994.

NANES, P. L. M. F. Qualidade das águas subterrâneas de poços tipo cacimba: Um estudo de caso da comunidade Nascimento – município de São Sebastião – Al. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. **Anais...** Goiânia/GO. 2012.

FREITAS, S. S. **Eutrofização no Reservatório Marcela em Itabaiana – SE, e suas implicações ambientais**. 2001, 50f. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe. 2001.

NETO, H. F. C. A “**Tragédia da hemodiálise**” 12 anos depois: poderia ela ser evitada? 2011. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz. Recife-PE. 2011.

PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul**. 2010. Monografia (Curso de Química Industrial). Centro universitário UNIVATES. 2010.

PEREIRA, A. V. L. **Avaliação da satisfação dos usuários do setor de internamento de um hospital público em Campina Grande/PB**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública). Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz Recife, 2013.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, 2003.

ROHDEN, F.; ROSSI, E. M.; SCAPIN, D.; CUNHA, F. B.; SARDIGLIA, C. U. Monitoramento microbiológico de águas subterrâneas em cidades do Extremo Oeste de Santa Catarina. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro. v. 14. n. 6. p. 2199-2203, 2009.

ROVANI, M. Z. **Estudo da osmose inversa na produção de água desmineralizada para caldeiras**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

SISÁGUA - Sistema Cemig de monitoramento e Controle de qualidade da água de reservatório. COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Manual de procedimentos de coleta e Metodologia de análise de água**. Belo Horizonte: Cemig, 2009.

SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. **Fundamentos da Circulação Extracorpórea - Cirurgia Cardíaca Pediátrica**. 2. ed. Centro Editorial Alfa Rio, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte, 1996.



# **AVALIAÇÃO DOS VERANICOS E A PRODUÇÃO DE LEITE NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO DO UNA – PE**

Ricardo Alexandre Irmão, Vicente Natanael Lima Silva<sup>2</sup>,

Wanderson Santos Souza<sup>3</sup> e Janduy Guerra Araújo<sup>4</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi identificar a frequência de veranicos e a duração dos períodos de estiagem dentro da estação chuvosa no município de São Bento do Una, Agreste Pernambucano, associado à influência das temperaturas no Oceano Pacífico (El Niño) e Oceano Atlântico (dipolo do Atlântico). Neste estudo, foram utilizados os dados diários de precipitação pluviométrica do município de São Bento do Una com uma frequência de cinquenta anos, para os meses de março a junho. Para análise, os veranicos foram convencionados como no mínimo cinco dias consecutivos sem ocorrência de precipitações iguais ou superiores a 5 mm na quadra chuvosa. Em média, a ocorrência de dias contínuos sem chuvas na região foi de 29 dias no período chuvoso. Os resultados mostraram que nos anos de maior veranico, a precipitação total acumulada foi de aproximadamente 75 mm, com 58 dias sem chuvas, trazendo várias consequências para a agropecuária. Por outro lado, quando associada a anos chuvosos, os menores veranicos apresentaram no máximo 11 dias consecutivos sem chuva e precipitações em torno de 655 mm no período de março a junho. Na mesma ótica, verificamos a correlação entre os longos períodos secos e a baixa produção de leite.

**PALAVRAS CHAVE:** El Niño; Agropecuária; Precipitação.

---

1 Eng. Agrônomo, Técnico de NSI, LAMEP, Instituto de Tecnologia de Pernambuco, ITEP, Recife – PE, Fone: (81)31834366, ricardo@itep.br.

2 Geógrafo, Mestrando, Universidade Católica de Pernambuco, UNICAP, Recife - PE.

3 Meteorologista, Técnico de NSIII, LAMEP, Instituto de Tecnologia de Pernambuco, ITEP, Recife – PE.

4 Físico, Professor, Unidade Acadêmica de Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB

## EVALUATION OF DRY SPELLS AND WITH MILK PRODUCTION IN THE MUNICIPALITY OF SÃO BENTO DO UMA- PE

**ABSTRACT:** The aim of this study was to identify the frequency of dry spells and the duration of periods of drought in the rainy season in the municipality of São Bento do Una, Pernambuco, coupled with the Harsh influence of temperatures in the Pacific Ocean (El Niño) and Atlantic Ocean (Atlantic dipole). In this study, we used the daily rainfall data of the municipality of São Bento do Una with a frequency of 50 years, for the months of March and June. For analysis, the spells were contracted as at least five consecutive days without precipitation occurring in the rainy season and with rainfall greater than or equal to 5 mm. On average, the occurrences of continuous days without rain in the region were 29 days during the rainy season. The results showed that in the years as Indian summer, with higher precipitation total was approximately 75 mm, with 58 days without rain, bringing several consequences for agriculture. On the other hand, when associated with the rainy years, minor spells presented at most 11 consecutive days without rain and around 655 mm rainfall from May to July. In the same perspective, the correlation between the long dry spells and low milk production.

**KEYWORDS:** El Niño; Farming; Precipitation.

### INTRODUÇÃO

A circulação geral da atmosfera determina em grande parte o clima de uma determinada região. Ela resulta em última instância, do aquecimento diferencial do globo pela radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e continentes e também das características topográficas (WIKIPEDIA, 2015). No Brasil, essas características possuem grande interferência no clima, principalmente, por se tratar de um país com proporções continentais.

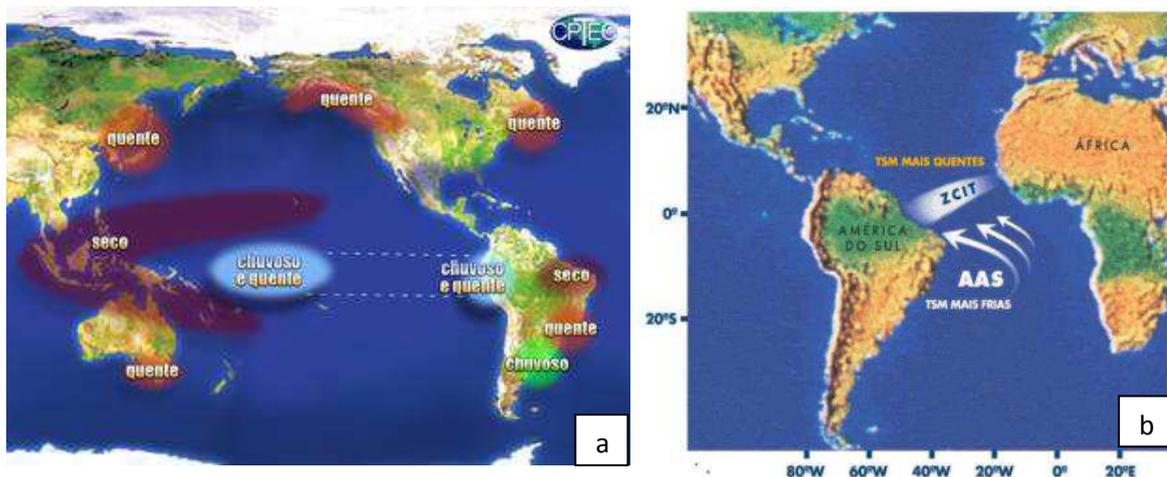
A região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta segundo classificação de Köppen, climas do tipo tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais e precipitações escassas e mal distribuídas. Os totais pluviométricos anuais na região oscilam entre 400 e 1000 mm.

Em particular, o estado de Pernambuco possui grande parte do seu território inserido na região semiárida, ou seja, o clima possui um papel fundamental para a economia

e sobrevivência da população local. O município de São Bento do Una é um bom exemplo, pois, está inserido na região semiárida de Pernambuco e é considerado como um dos maiores produtores de leite do Estado, com uma produção média de 19 milhões de litros de leite nos últimos 50 anos (IBGE, 2010). No entanto, nas condições climáticas comuns ao semiárido, apresenta grandes variações de produção, de ano para ano.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi identificar a frequência de veranicos e a duração de estiagens no período que compreende os meses de março a junho (quadra chuvosa), associado a influência da temperatura da superfície do Oceano Pacífico (El Niño) e do Oceano Atlântico (Dipolo do Atlântico) (Figura 01) e sua relação com a produção de leite na região. O fenômeno El Niño, dependendo da intensidade e do período, pode provocar condições de secas severas no Nordeste brasileiro (CPTEC, 2015a). De forma semelhante, em anos que se observa a presença do Dipolo Negativo no atlântico sul, há uma diminuição significativa dos índices de precipitação pluviométricas no Nordeste brasileiro (ARAGÃO, 1998).

Figura 1 – (a) El Niño - Aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical e (b) Dipolo Negativo do Atlântico. Fonte: CPTEC



## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação utilizados nesse estudo referem-se a uma série diária do posto localizado no Município de São Bento do Una, no Agreste pernambucano, para o período de março a junho e entre os anos de 1962 a 2012 (Tabela 1). Esses dados foram cedidos pela Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC e convencionou-se dias “com chuvas”, valores de precipitações superiores a 5 mm e inferiores como “sem chuvas”. Os veranicos foram classificados com uma sequência de, no mínimo, cinco dias consecutivos sem ocorrência de precipitação pluviométrica (CPTEC, 2015b).

Tabela 1- Posto pluviométrico – Período de Dados

<b>Código</b>	<b>Município</b>	<b>Período de dados</b>	<b>Duração</b>
21	São Bento do Una	1962 - 2012	50 anos

Ademais, nós utilizamos os dados da produção de leite para o Município de São Bento do Una no período de 1974 a 2012 disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

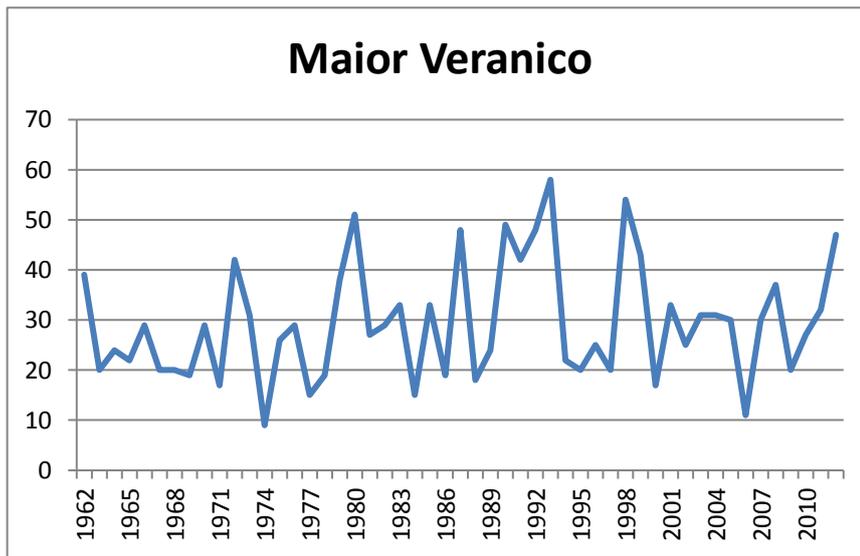
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra o comportamento dos maiores veranicos registrados nos últimos 50 anos para os meses de março a junho no Município de São bento do Una.

Ao analisar os dados, observou-se que os dias sem chuvas na região, em média, ficaram em torno dos 29 dias consecutivos, com picos registrados nos anos de 1980, 1987, 1990, 1993, 1998 e 2012.

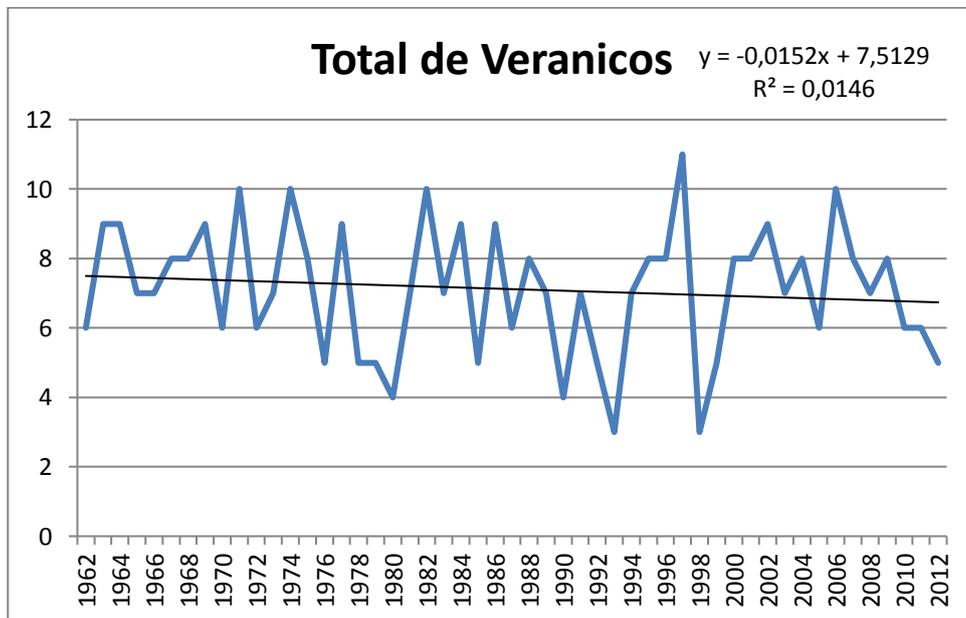
Os anos de 1980 e 1987 foram considerados anos de El Niño fraco e moderado, respectivamente, entretanto, apresentaram veranicos de 51 e 48 dias consecutivos sem chuvas. Para os anos de 1990, 1993 e 1998 os El Niños foram considerados fortes e apresentaram veranicos com 49, 58 e 54 dias sem chuvas. O ano de 2012 foi um exemplo da atuação do dipolo negativo do atlântico sul, no qual, observou-se registros de 47 dias consecutivos sem chuvas e foi considerado como um ano extremamente seco.

Figura 2 – Intensidade dos veranicos no Município de São Bento do Una – PE



Observou-se na figura 3, que o comportamento da quantidade de veranicos segue uma pequena redução ao longo dos anos, ou seja, a quantidade de veranicos está diminuindo, entretanto, sua intensidade continua alta, desafiando cada vez mais a subsistência da agropecuária na região.

Figura 3 – Total de veranicos ao longo dos 50 anos no município de São Bento do Una – PE



Na figura 4, verificamos que os índices de precipitação acumulados dos meses de março a junho de 1962 a 2012 oscilaram entre 75 e 655 mm, com destaque para os anos de 1962, 1980, 1993, 1998 e 2012 que apresentaram os menores índices pluviométricos do período. Os anos 1962 e 2012, diferentemente dos demais anos, não tiveram a influência do El Niño, contudo, os baixos índices pluviométricos foram ocasionados pelo resfriamento das águas do atlântico sul, no qual, impediram o deslocamento do principal sistema meteorológico do semiárido pernambucano (Zona de Convergência Intertropical – ZCIT) (APAC, 2015).

Figura 4 – Precipitação acumulada nos meses de março a junho entre os anos de 1962 a 2012

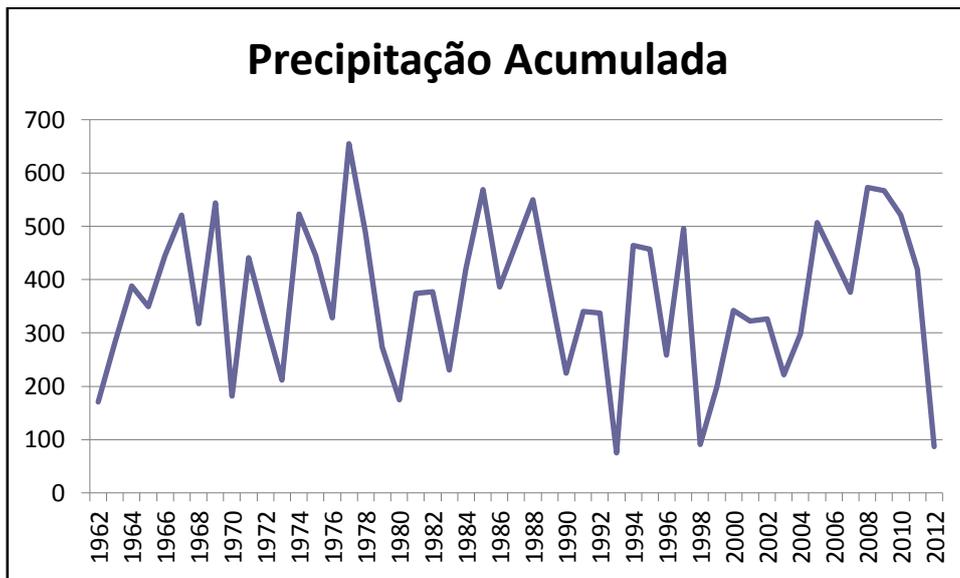
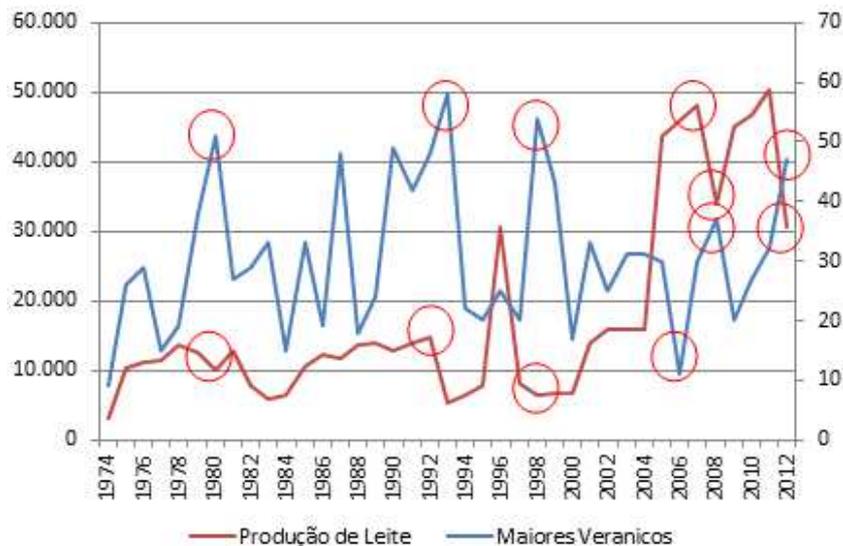


Figura 5 – Relação entre a produção de leite e a intensidade dos veranicos



Quando confrontadas a intensidade dos veranicos e a produção de leite (figura 5) notamos que as variáveis em análise são inversamente proporcionais, ou seja, quando a quantidade de veranicos aumenta, a produção de leite é afetada.

## CONCLUSÃO

No período chuvoso, a frequência média de dias consecutivos sem chuvas são de aproximadamente 29 dias. Os menores veranicos foram observados nos anos de 1974 e 2006 com ocorrência máxima de 09 e 11 dias consecutivos sem chuvas, e estiveram associados à atuação do fenômeno La Nina. Por outro lado, nos anos de 1993 e 1998 ocorreram os maiores veranicos com duração de 58 e 54 dias sem chuvas, respectivamente.

A intensidade dos veranicos revelou a fragilidade da agropecuária na área selecionada. A forte estiagem reduziu de forma acentuada a produção de leite no município de São Bento do Una, gerando grandes prejuízos, conseqüentemente, houve uma redução na renda do agricultor e do município, afetando diretamente a economia local.

Entretanto, as conseqüências da variabilidade espaço-temporal das precipitações pluviométricas na região semiárida podem ser minimizadas mediante o emprego de técnicas apropriadas e a redução do desmatamento da caatinga, que na época seca, contribui no fornecimento de forragem para os animais (ARAÚJO et al, 2006).

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. Disponível em: <[http://www.apac.pe.gov.br/arquivos\\_portal/informes/Informe\\_Climatico\\_Janeiro\\_2015.pdf](http://www.apac.pe.gov.br/arquivos_portal/informes/Informe_Climatico_Janeiro_2015.pdf)> Acesso em: 15 nov. 2015.

ARAGÃO, J. O. R. O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil, **Bulletin Institut Français Études Andines**, v. 27 n. 3, p. 839-844, 1998.

ARAÚJO, G. G. L., ALBUQUERQUE, S. G.; GUIMARÃES, F. C. **Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semiárido do Nordeste**. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. 2006. p.111-137.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Disponível em: <<http://www.enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#v>>. Acesso em: 06 nov. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=74&z=p&o=25>>. Acesso em 12 nov. 2015.

WIKIPEDIA. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Circula%C3%A7%C3%A3o\\_atmosf%C3%A9rica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Circula%C3%A7%C3%A3o_atmosf%C3%A9rica)>. Acesso em: 15 nov. 2015.

# **BALANÇO HÍDRICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA A CIDADE DE AREIA – PB**

Alécio Rodrigues Pereira<sup>1</sup>, Elloise Rackel Costa Lourenço<sup>2</sup>  
e Thais Regina Benevides Trigueiro Aranha<sup>3</sup>

**RESUMO:** No Brasil, a escassez de informações a respeito da caracterização climática das regiões agrícolas produtoras causa uma preocupação acerca dos prejuízos causados pelas condições adversas de clima sobre a agricultura. O presente trabalho teve como objetivo realizar o balanço hídrico e a classificação climática para a cidade de Areia - PB. Foram obtidas as médias anuais de precipitação e temperatura média em uma série histórica de 1974 a 2014, totalizando 40 anos de dados. Os dados foram coletados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada em Areia. O balanço hídrico climático foi realizado segundo o método proposto por Thornthwaite & Mather (1955), e utilizou também o segundo sistema de classificação proposto por Thornthwaite (1948), onde a partir disso foi obtida a classificação climática para a cidade de Areia. A partir dos resultados obtidos a cidade de Areia apresentou um clima seco sub-úmido com moderado excesso de água no inverno. É uma região que apresenta aptidão para algumas culturas agrícolas de ciclo curto e frutíferas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água; Agricultura; Aptidão.

---

1 Agrônomo, Mestrando, Dpto. de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande – PB, Fone: (83)2101-1054, aleciorp\_@hotmail.com

2 Tecnóloga em Geoprocessamento, Mestranda, Dpto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande – PB, elloi-sercl@gmail.com

3 Tecnóloga em Geoprocessamento, Mestranda, Dpto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande - PB, thais\_benevides@hotmail.com

## **WATER BALANCE AND CLIMATE CLASSIFICATION FOR THE CITY OF AREIA – PB**

**ABSTRACT:** In Brazil, the lack of information on climate characterization of producing agricultural regions causes a concern about the damage caused by adverse weather conditions on agriculture. This study aimed to make the water balance and climate classification for the city of Areia-PB. The annual average precipitation and average temperature were obtained in a historical series from 1974 to 2014, a total of 40 years of data. Data were collected from the meteorological station of the National Institute of Meteorology (INMET) located in Areia. The climatic water balance was performed according to the method proposed by Thornthwaite & Mather (1955), and also used according to the classification system proposed by Thornthwaite (1948), where it was obtained from climate rating for the city of Areia. From the results obtained the city of Areia presented a sub-humid dry climate with moderate excess water in winter. It is a region with suitability for some agricultural crops and fruit short cycle.

**KEY WORDS:** Water; Agriculture; Fitness.

### **INTRODUÇÃO**

O balanço hídrico climático pode ser entendido como o somatório de porções de água que entram e saem no solo de uma determinada área de acordo com o decorrer do tempo e propicia informações climáticas da área de estudo a partir do sistema de classificação de Thornthwaite (1948). Desse modo, expressa a quantidade de água no solo que fica disponível às plantas para realizarem os seus diversos processos fisiológicos.

Dessa forma, o balanço hídrico como unidade de gerenciamento permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao planejamento integrado dos recursos hídricos (LIMA; SANTOS, 2009). De acordo com Pereira et al. (2002) é de peculiar importância para a atividade agrícola, sabendo que a produção agrícola, entre todas as atividades econômicas, é aquela que apresenta maior dependência das condições ambientais, em especial as climáticas.

O balanço hídrico leva em consideração a água que entra em uma determinada porção do solo, por meio da precipitação ou irrigação, e a quantidade que é perdida pelo

processo de evapotranspiração e drenagem profunda ou lixiviação. Quando leva em consideração a precipitação é importante observar o volume, duração e a topografia do terreno. A precipitação torna-se de primordial importância no processo de molhamento do perfil do solo em locais com a topografia suave, pois ocorre com mais facilidade a infiltração e inibe o processo de escoamento superficial mesmo com a intensidade de precipitação baixa. O método do balanço hídrico para efeitos climatológicos estabelecidos por Thornthwaite (1948) foi aprimorado posteriormente por Thornthwaite, & Mather (1955), cujos cálculos utilizam apenas dados de precipitação, temperatura média do ar e uma estimativa da capacidade de água disponível. Neste caso, o balanço hídrico será tanto mais preciso quanto mais representativas (séries normais) forem as médias de temperatura e precipitação.

As mais diversas atividades antrópicas, principalmente atividades agropecuária e o processo de industrialização de produtos originados dessa atividade, requerem o uso de água em praticamente todo o seu processo produtivo. Com o crescimento populacional das últimas décadas faz-se necessário que haja um aumento na produção de alimentos, entretanto a água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e a ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação (MERTEN; MINELLA, 2002). Nas últimas décadas, as questões ambientais têm sido discutidas, pesquisadas e submetidas aos mais diversos sistemas legais em todo o mundo com o objetivo principal de resgatar a qualidade de vida no planeta (IRIAS et al., 2004). Logo, são de grande importância o conhecimento da quantidade hídrica que está disponível às plantas e o conhecimento climático de regiões de interesse para que ocorra uma maior e melhor otimização das atividades agropecuárias, tendo em vista que as atividades agrícolas, devido às variações dos elementos climáticos, estão sempre expostas a riscos e insucessos.

A região Nordeste do Brasil sofre com a irregularidade de chuva, irregularidades essas que variam de ano para ano. Segundo Silva et al. (2005) ao longo dos anos, essa região tem enfrentado grandes problemas em decorrência da irregularidade do seu regime pluvial, atingindo, principalmente, a agricultura e a hidrologia, sendo um fator limitante na produção e atividades agrícolas. A Paraíba sofre forte influência dessa irregularidade, onde em pesquisas, levando em consideração a precipitação, o brejo é considerado uma área com alto índice pluviométrico. Entretanto nos últimos anos estações chuvosas irregulares, apresentando baixa precipitação média anual e, portanto, caracterizando sucessões de anos considerados secos tem comprometido a capacidade produtiva da região.

Desse modo, o conhecimento das condições edafoclimáticas da região é de peculiar importância para auxiliar aos produtores em que época do ano deve-se plantar e as culturas e variedades que devem ser cultivadas. O presente trabalho tem como objetivo realizar o balanço hídrico climático segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), seguido da classificação climática para o município de Areia-PB.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado para a cidade de Areia localizada na microrregião do Brejo Paraibano, com uma área de 266,596 km<sup>2</sup>. A cidade de Areia situa-se no brejo paraibano, por apresentar elevada altitude (618 metros) atua como um obstáculo ao movimento horizontal do ar, logo o ar nessa região ascende a camadas mais altas da atmosfera e favorece a ocorrência de chuvas orográficas que contribuem para que a cidade apresente elevada média de pluviosidade anual.

Os dados utilizados foram coletados da estação meteorológica do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em Areia (latitude 06°57'48" S, longitude 35°41'30" W e altitude 618 m). Foram obtidas as médias anuais de precipitação e temperatura média em uma série histórica de 1974 a 2014, totalizando 40 anos de dados. Os valores das variáveis meteorológicas foram tabulados considerando seus valores diários, onde a partir desses dados foram obtidas as médias mensais de cada ano. A partir das médias mensais foram obtidas as médias de precipitação e temperatura média de cada mês no intervalo de quarenta anos, sendo as mesmas utilizadas para alimentar o sistema do balanço hídrico climático e assim foram organizados e analisados para realizar o balanço hídrico para a cidade de Areia.

Para este estudo utilizou-se o método do balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) que utiliza dados de temperatura e precipitação pluviométrica para estimar a quantidade de água disponível. O método também estima a evapotranspiração real, o armazenamento de água no solo, a deficiência hídrica e o excedente hídrico.

O balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955) considera que o solo oferece certa resistência às perdas de água para a atmosfera (evapotranspiração) que aumenta com a redução de água armazenada no solo. O modelo também considera que quando

ocorre no período, um saldo positivo entre a precipitação e/ou irrigação e a evapotranspiração potencial, este é incorporado ao solo, reabastecendo-o. A partir do momento em que o solo atinge sua capacidade de armazenamento plena, esse saldo passa a ser considerado como escoamento ou excesso. A capacidade de água disponível no solo (CAD) adotada foi de 100 mm, tendo em vista as culturas mais cultivadas pelos produtores e a precipitação média anual do município.

Para o cálculo foram utilizadas planilhas eletrônicas desenvolvidas no Excel, cujas variáveis foram importantes para determinar a disponibilidade hídrica da região. As variáveis foram calculadas conforme mostradas abaixo.

A evapotranspiração potencial média mensal foi calculada em função da temperatura média do ar e da duração efetiva do dia (insolação máxima teoricamente possível). O método estabelece um índice mensal de calor obtido pela expressão:

$$ij = \left( \frac{\overline{T}_j}{5} \right)^{1,514} \quad (1)$$

em que,

ij - índice térmico;

T<sub>j</sub> - temperatura média do mês j.

O índice anual de calor foi dado pelo somatório de ij (j = 1,2,...,12) ou seja:

$$I = \sum_{j=1}^{12} ij \quad (2)$$

A evapotranspiração potencial em mm/mês foi calculada pela expressão:

$$(ET_p)_j = 0,533.F_j \left( \frac{10.\overline{T}_j}{I} \right)^a \quad (3)$$

em que,

(ET<sub>p</sub>)<sub>j</sub> - evapotranspiração potencial do mês j;

F<sub>j</sub> - fator de correção.

O fator de correção é dado por:

$$F_j = D_j N_j / 12 \quad (4)$$

em que,

$D_j$  - número de dias do mês  $j$ ;

$N_j$  - duração efetiva do dia 15 do mês  $j$ ;

A duração efetiva do dia 15 do mês  $j$  ( $N_j$ ) é dada pela equação:

$$2 \arccos(-\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} \delta) / 15 \quad (5)$$

em que,

$\phi$  - latitude local;

$\delta = 23,45^\circ \operatorname{sen} [360(284+d)/365]$

$d$  é o número de ordem, no ano do dia considerado.

O expoente  $a$  da equação (3) é uma função cúbica do índice anual de calor, dado por:

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,49 \quad (6)$$

O valor de  $F_j$  utilizado na pesquisa levou em consideração uma tabela que continha os valores calculados para diferentes latitudes ( $\phi$ ) no Hemisfério Sul.

A contabilidade hídrica iniciou após o estabelecimento da capacidade de água disponível e a estimativa da evapotranspiração potencial mensal.  $P_p$  pode ser definida como a água potencialmente perdida e corresponde, para cada mês, a soma dos valores negativos acumulados de  $P_p - ETP$ .

Após o período em que  $P_r - ETP < 0$ , inicia-se a reposição da água no solo. Nesses meses,  $P_p = 0$  e o valor do armazenamento (AS) é obtido pelo adição do valor de AS do mês anterior ao valor de  $P_r - ETP$  do mês considerado:

$$AS = (P_r - ETP) \text{ atual} + (AS) \text{ anterior} \quad (7)$$

Isto quer dizer que a parte da precipitação não consumida pela evapotranspiração no mês considerado, se junta ao armazenamento já existente no mês anterior. Quando o resultado de (6) for igual ou superior à capacidade de água disponível, o valor de AS será correspondente a essa capacidade e o restante é o excesso, pois se considera o solo plenamente abastecido.

Quando, pelo procedimento acima o valor do armazenamento do mês K, (AS)K, não atinge a lâmina de máximo armazenamento considerada, deve-se repetir o balanço, partindo-se novamente do mês K com o valor de (AS)K encontrado. Tal procedimento é repetido até que o valor de (AS)K encontrado seja igual aquele utilizado para iniciar o balanço. Isto significa “fechar o balanço”.

$\Delta AS$  corresponde à variação da quantidade de água armazenada no solo. Esta coluna é determinada da seguinte maneira:

Considera-se como ponto de partida o mês seguinte aquele em que o solo estava com sua capacidade de água disponível satisfeita (AS máximo) e para todos os meses em que  $AS < LMA$ , o valor mensal de  $\Delta AS$  será dado por:

$$\Delta AS = (AS) \text{ atual} - (AS) \text{ anterior} \quad (8)$$

$ET_r$  é a evapotranspiração real, a qual é obtida a partir do primeiro mês em que houve água potencialmente perdida, isto é, em que  $Pr - ET_p < 0$ , tem-se:

$$ET_r = Pr + |\Delta AS| \quad (9)$$

E a partir do mês em que se reinicia a reposição da água no solo ( $Pr - ET_p > 0$ , tem-se:

$$ET_r = ET_p \quad (10)$$

D corresponde à deficiência hídrica, a qual foi dada por:

$$D_j = (ET_p - ET_r)_j \quad (11)$$

S é o excesso hídrico que foi dado por:

$$S_j = (Pr - ET_p)_j - (\Delta AS + D)_j \quad (12)$$

O excesso hídrico corresponde ao excesso de precipitação que não foi absorvido pelo solo que já está com sua capacidade de armazenamento plenamente atingida. Isto significa dizer que somente há excesso a partir do momento em que o armazenamento atinge a capacidade de água disponível.

De posse do excesso hídrico, determinou-se o escoamento superficial (EC) e a infiltração (If) da seguinte forma:

$$EC = If = 0,55 \quad (13)$$

Para os meses em que não houve excesso utilizou a seguinte fórmula:

$$(EC)_j = (If)_j = 0,5(EC)_{j-i} \quad (14)$$

Completada a ficha do balanço, faz-se uma conferência a fim de verificar se algum erro foi cometido. O balanço deve satisfazer as seguintes igualdades:

$$\sum_{j=1}^{12} (\Delta A_s)_j = 0 \quad (15)$$

$$\sum_{j=i}^{12} (ET_p)_j = \sum_{j=i}^{12} (ET_r)_j + \sum_{j=i}^{12} D_j \quad (16)$$

$$\sum_{j=i}^{12} (P_r)_j = \sum_{j=i}^{12} (ET_r)_j + \sum_{j=i}^{12} S_j \quad (17)$$

Para a determinação dos índices, utilizou as seguintes fórmulas para obter os índices de aridez (Ia), índice de umidade (Iu) e índice hídrico (Ih):

$$I_a = 100 \Sigma D / \Sigma ET_p \quad (18)$$

$$I_u = 100 \Sigma S / \Sigma ET_p \quad (19)$$

$$I_h = I_u - 0,6 I_a \quad (20)$$

Estes índices são essenciais para a determinação do tipo de clima da região em estudo, segundo o método Thornthwaite (1948), assim como para estudo da adaptação de culturas à região.

Tabela 1- Tipos climáticos segundo ( $I_h$ ) Thornthwaite (1948)

Tipos de Clima	Símbolos	Índice Hídrico ( $I_h$ )
SUPERÚMIDO	A	100 ou mais
ÚMIDO	B <sub>4</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>2</sub> e B <sub>1</sub>	100 a 80, 80 a 60, 60 a 40 e 40 a 20
Tipos de Clima	Símbolos	Índice Hídrico ( $I_h$ )
ÚMIDO SUB- ÚMIDO	C <sub>2</sub>	20 a 0
SECO SUB- ÚMIDO	C <sub>1</sub>	0 a -20
SEMI-ÁRIDO	D	- 20 a -40
ÁRIDO	E	- 40 a -60

Tabela 2- Tipos climáticos segundo (ETp) – Thornthwaite (1948)

Tipos de Clima	Símbolos	Evapotranspiração Potencial Anual (ETp)
MEGATÉRMICO	A'	>1.140
MESOTÉRMICO	B' <sub>4</sub>	1.140 a 997
MESOTÉRMICO	B' <sub>3</sub>	997 a 855
MESOTÉRMICO	B' <sub>2</sub>	885 a 712
MESOTÉRMICO	B' <sub>1</sub>	712 a 570
MICROTÉRMICO	C' <sub>2</sub>	570 a 427
MICROTÉRMICO	C' <sub>1</sub>	427 a 285
TUNDRA	D'	285 a 142
GELO PERPÉTUO	E'	< 142

Para os tipos de clima caracterizados por  $I_h > 0$ , designados genericamente por “climas úmidos”, isto é, dos tipos, A, B<sub>4</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, essa subdivisão é efetuada segundo o índice de aridez ( $I_a$ ); para os demais tipos climáticos, com  $I_h < 0$ , ou seja, os designados pelos símbolos C, D, e E, genericamente designados como “climas secos”, são enquadrados de acordo com o índice de umidade ( $I_u$ ). Essas subdivisões são mostradas na Tabela 3.

Tabela 3- Subdivisões dos tipos climáticos, conforme  $I_h$  – Thornthwaite (1948)

CLIMAS ÚMIDOS ( $I_h > 0$ )			CLIMAS SECOS ( $I_h < 0$ )		
Símbolo	Descrição	$I_a$	Símbolo	Descrição	$I_U$
R	Peq. ou nenhuma deficiência hídrica	0 a 16,7	D	Pequeno ou nenhum excesso de água	0 a 10
S	Mod. deficiência hídrica no verão	16,7 a 33,3	S	Moderado excesso de água no inverno	10 a 20
W	Mod. deficiência hídrica no inverno	16,7 a 33,3	W	Moderado excesso de água no verão	10 a 20
s <sub>2</sub>	Acent. deficiência hídrica no verão	> 33,3	s <sub>2</sub>	Acentuado excesso de água no inverno	> 33,3
w <sub>2</sub>	Acent. deficiência hídrica no inverno	> 33,3	w <sub>2</sub>	Acentuado excesso de água no verão	> 33,3

De conformidade com a concentração da evapotranspiração potencial na estação quente ( $C_v$ ) – definida pelos três meses consecutivos de temperatura mais elevada – é estabelecido, ainda, outros subtipos climáticos (Tabela 4).

A concentração da evapotranspiração potencial na estação quente é dada pela expressão:

$$(C_v) = 100 (ET_{Pj} + ET_{Pk} + ET_{Pl}) / ET_p \quad (21)$$

e representamos a percentagem da evapotranspiração anual que ocorre nos meses j, k, l, de temperatura mais elevada (trimestre mais quente).

Tabela 4- Sub-tipos climáticos conforme  $C_v$  - Thornthwaite, 1948

SubTipos Climáticos	$C_v$ (%)
a'	< 48,0
b' <sub>4</sub>	48,0 a 51,9
b' <sub>3</sub>	51,9 a 56,3
b' <sub>2</sub>	56,3 a 61,6
b' <sub>1</sub>	61,6 a 68,0
c' <sub>2</sub>	68,0 a 76,3
c' <sub>1</sub>	76,3 a 80,0
d'	> 80,0

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, o balanço hídrico médio mensal para a cidade de Areia referente aos anos de 1974 a 2014 está representado na Tabela 5. A temperatura média anual é de 23,3 °C com máxima de 24,1 °C nos meses de janeiro e fevereiro e mínima de 20,8 °C no mês de julho.

A evapotranspiração média anual é de 1.281,5 mm e com valor máximo de 127,8 mm no mês de janeiro e mínimo de 80,2 mm em julho.

O município apresenta uma precipitação anual de 1415,5 mm de acordo com a série de dados, podendo ser dividido em dois períodos. Um chuvoso, entre os meses de janeiro a setembro, com oscilações mensais nos seus totais de chuva fluando entre 74,5 e 210,3 mm, contabilizando 1.311,2 mm, e um período menos chuvoso entre os meses de outubro a dezembro, com um total de 104,3 mm.

A evapotranspiração potencial é de 1281,5 mm, mostrando uma diferença relativamente pequena em relação a precipitação anual.

Tabela 5- Valores do Balanço Hídrico Climático de Areia –PB

Meses	P(mm)	T (°C)	Ij	Fj	ETp	P-ETp	Pp	As	ΔAs	ETr	D	S
Janeiro	78,4	24,1	10,8	31,8	127,8	-49,4	-315,6	3,9	-2,6	75,8	52,0	0
Fevereiro	102,7	24,1	10,8	28,8	115,7	-13,0	-328,6	3,4	-0,5	102,2	13,5	0
Março	165,1	24	10,7	31,2	123,9	41,2	0,0	100,0	0,0	123,9	0,0	0
Abril	177,9	23,7	10,5	30,0	114,8	63,1	0,0	100,0	0,0	114,8	0,0	0
Mai	168,8	22,8	9,9	30,6	104,7	64,1	0,0	100,0	0,0	104,7	0,0	0
Junho	202,4	21,6	9,2	29,4	86,0	116,4	0,0	100,0	0,0	86,0	0,0	16,4
Julho	210,3	20,8	8,7	30,6	80,2	130,1	0,0	100,0	0,0	80,2	0,0	30,1
Agosto	131,1	21	8,8	30,9	83,3	47,8	0,0	100,0	0,0	83,3	0,0	0
Setembro	74,5	21,8	9,3	30,0	90,1	-15,6	-15,6	85,2	-14,8	59,7	30,4	0
Outubro	29,9	23	10,1	31,5	110,5	-80,6	-96,3	37,3	-47,9	-18,0	128,6	0
Novembro	32,7	23,6	10,5	30,9	116,9	-84,2	-180,4	15,7	-21,5	11,2	105,7	0
Dezembro	41,7	24	10,7	32,1	127,5	-85,8	-266,2	6,5	-9,2	32,5	95,0	0
Somatório	1415,5		120,1		1281,5	134,0			-96,55	856,2	425,2	46,5

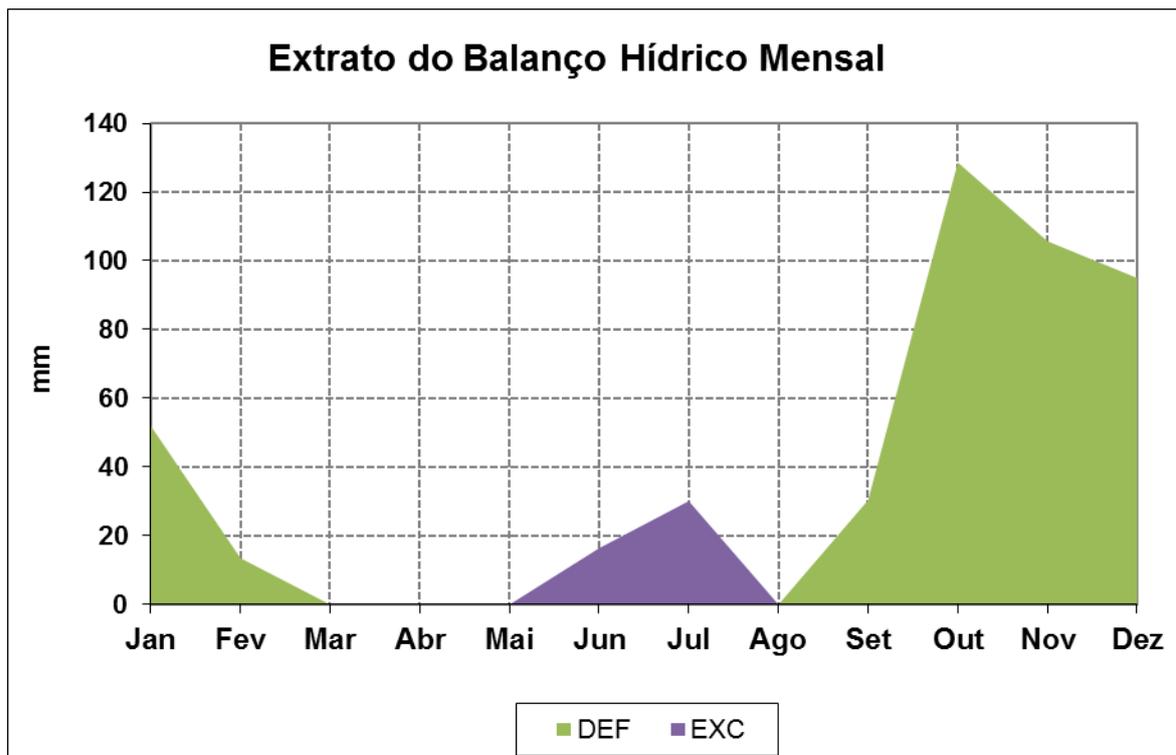
De acordo com Thornthwaite (1948), segundo os critérios mencionados, o clima de uma região seria representado e identificado por quatro símbolos consecutivos, segundo a classificação climática determinada pelo balanço hídrico do local em estudo. A esse conjunto dá-se o nome de segunda fórmula climática de Thornthwaite. O solo, para efeito dessa classificação climática, é considerado capaz de reter no máximo uma lâmina de

água de 100 mm. Para classificar a cidade de Areia foi utilizada, respectivamente, as tabelas 1, 2, 3 e 4.

Utilizando o índice hídrico ( $I_h$ ) = -16 definiu-se o clima como Seco Subúmido ( $C_1$ ), através da evapotranspiração potencial anual, obteve-se a classificação térmica como sendo clima Megatérmico ( $A'$ ), com o  $I_h = 4$  obteve o subtipo climático (S) com moderada deficiência hídrica no verão e o CV definido pelos três meses consecutivos de temperatura mais elevada estabelecendo outro subtipo climático ( $a'$ ).

A Figura 1, conforme mostrada abaixo, representa o balanço hídrico mensal levando em conta a capacidade de armazenamento (CAD) de 100 mm, representando a deficiência hídrica e o excesso, permitindo uma melhor visualização da variação dos principais dados mensais meteorológicos ao longo do ano. Verifica-se ocorrência de excedente hídrico entre os meses de maio e agosto. As deficiências hídricas ocorrem entre os meses de agosto e março, sendo os meses de outubro, novembro e dezembro com maiores taxas de deficiência. Recomenda-se a utilização de irrigação, principalmente nos meses citados onde há uma maior perda de água do solo.

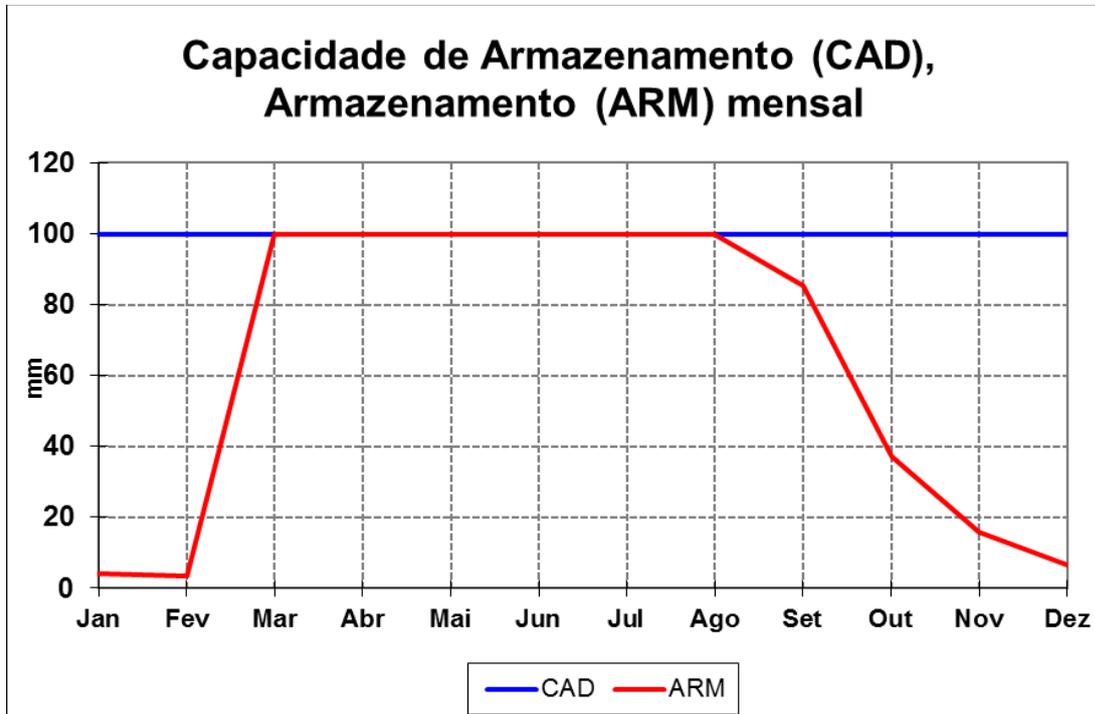
Figura 1- Representação do gráfico do extrato do balanço hídrico mensal para Areia



A figura 2 mostra a variação do armazenamento mensal da série de dados em relação à capacidade de armazenamento, observa-se que nos meses de março a agosto

atingiu-se a capacidade máxima, mostrando que a cidade de Areia não ocorre muita deficiência hídrica. Conclui-se que no município de Areia faz-se necessário o uso de irrigações durante os meses de setembro e fevereiro, visto que nestes meses ocorre déficit hídrico.

Figura 2- Representação do gráfico da capacidade de armazenamento (CAD) e do armazenamento mensal (ARM)



## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que Areia possui a fórmula climática de  $C_1 A' sa'$ , que significa que possui um clima seco subúmido, megatérmico, com moderada deficiência hídrica no verão e uma concentração da evapotranspiração potencial anual, no quadrimestre mais quente (dezembro, janeiro, fevereiro e março).

O brejo paraibano é caracterizado por ser uma área que apresenta um alto índice pluviométrico, quando comparado com as demais microrregiões que compõem o estado da Paraíba, portanto é uma região que possui grande potencial produtivo.

Desse modo o conhecimento das condições edafoclimáticas de Areia é de extrema importância para ajudar os produtores da região a conhecer a época de plantio e as culturas que devem ser cultivadas. Mesmo que a área não sofra muito com a falta de água e

evapotranspiração, é importante conhecer a realidade da região, fazendo com que assim haja um conhecimento das reservas hídricas e do uso dos recursos de maneira sustentável.

## **AGRADECIMENTOS**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão das bolsas de estudo e ao incentivo à realização da pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

IRIAS, L. J. M.; GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P.; ROSA, M. F.; RODRIGUES, G. S. Avaliação de impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária - aplicação do sistema Ambitec, São Paulo, Brasil. **Revista Agricultura em São Paulo**, v. 51, p. 23-39, 2004.

LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura, Porto Alegre, Brasil. **Revista Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v.3, n.4, 2002.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas, Guaíba, Brasil**. Revista Agropecuária, 487p, 2002.

SILVA, J. B.; BASZALUPP, M. P.; PAZ, S. R. Comportamento das precipitações pluviométricas mensais em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Revista de Agrometeorologia**, v, 13, p.155-159, 2005.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology Laboratory of Climatology, n. 1, 104p, 1955.



# CONCEITOS E PRÁTICAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DA PERCEPÇÃO DE ATORES SOCIAIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR – IES

Sara Henrique Pontes Nunes<sup>1</sup>, Virginia Mirtes de Alcântara Silva<sup>2</sup>  
e Élder Guedes dos Santos<sup>3</sup>

**RESUMO:** O exercício de práticas ambientais corretas tornou-se indispensável para evitar ou mitigar os efeitos da ação antrópica no meio ambiente. Hodiernamente, a aplicação delas tornou-se exigência em todos os tipos de organizações. E nas instituições de ensino superior-IES a divulgação, implantação e incorporação efetivas desses conceitos, tornam-se ainda mais necessária, por serem estes centros de referência e formadores de opinião. Na presente pesquisa buscou-se mensurar o nível de percepção de alguns atores sociais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG sobre a importância dos conceitos e práticas da educação ambiental. Para tanto foram realizadas entrevistas e aplicação de questionário para os três grupos de atores sociais pesquisados (estudantes, gestores e terceirizados), roteiro de observação direta e observação de registros existentes. Concluiu-se que a menor percepção sobre as corretas práticas ambientais, entre os atores sociais pesquisados, está entre os alunos. Oscilando em alguns casos entre alunos e terceirizados. E que a disseminação e incentivo referentes às práticas ambientais são pouco estimulados na instituição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão ambiental; Sustentabilidade; Informação.

---

<sup>1</sup> Administradora, mestre em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba – Brasil, Fone: (083) 98809-9355, sarapontesufcg@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutoranda em Recursos Naturais, Programa de pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil, virginia.mirtes@ig.com.br.

<sup>3</sup> Doutorando em Meteorologia, Programa de pós-graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil, elder.ufcg@gmail.com.

## **CONCEPTS AND PRACTICES OF ENVIRONMENTAL EDUCATION: ACTORS OF PERCEPTION STUDY IN SOCIAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION – IES**

**ABSTRACT:** Exercise of correct environmental practices, has become indispensable to prevent or mitigate the effects of human activities on the environment. In our times, the application of them became requirement in all types of organizations. In the top-IES disseminating educational institutions, effective implementation and incorporation of these concepts, it becomes even more necessary, being these reference centers and opinion makers. In the present study sought to measure the level of awareness of some social actors of the Federal University of Campina Grande - UFCG about the importance of the concepts and practices of environmental education. For both interviews and a questionnaire for the three stakeholders groups surveyed were held (students, managers and contractors), direct observation script and observation of existing records. It was concluded that the slightest perception of the correct environmental practices among stakeholders surveyed, is among the students. Swings in some cases between students and contractors. And the spread and encouragement regarding the environmental practices are few incentives in the institution.

**KEYWORDS:** Environmental management; Sustainability; Information.

### **INTRODUÇÃO**

Com a evolução humana e todo o progresso econômico e tecnológico, exigiu-se cada vez mais dos recursos naturais para que o homem pudesse atender as suas necessidades. Um dos pilares em que foi baseada a mitigação desses efeitos na relação homem-natureza foi o da educação ambiental. Ela surge, a partir, do momento em que há o reconhecimento de que a educação tradicional não tem sido ambiental, o ambiental deve fazer parte na íntegra da educação como um todo e não apenas ser uma parte dela ou uma modalidade de suas dimensões. Brugger (2012).

Para Zhouri, Laschefski e Pereira (2015) A questão ambiental deve ser solucionada através de conhecimentos ecológicos advindos do desenvolvimento técnico – científico e principalmente da mudança comportamental da relação indivíduo-natureza.

Nas instituições de ensino superior- IES reconhecidas como centros de estudos,

pesquisas e extensão que se distingue pela sua área de atuação e transferência de experiência cultural e científica à sociedade, e que possui ampla competência de representação social, cultural e intelectual segundo Tripolone e Alegre (2010). A presença maciça da educação ambiental como prática cotidiana por seus atores sociais servem de exemplo para a comunidade não apenas acadêmica como também de uma maneira geral.

No Brasil as iniciativas das instituições de ensino superior no sentido de praticar efetivamente os conceitos de educação ambiental ainda são tímidas, poucas são as universidades certificados com os selos ambientais. O que não coaduna com os princípios éticos e educacionais que devem se pautar a educação superior (DE CONTO, 2010).

Como objetivos desse trabalho buscamos mensurar o nível de conhecimento dos atores sociais pesquisados na instituição sobre os princípios da educação ambiental, avaliar se a falta de conhecimento dessas práticas interfere no processo de preservação e/ou mitigação dos possíveis danos ambientais dentro da instituição e institucionalizar a criação de programas visando a disseminação e incorporação das corretas práticas ambientais por parte dos atores sociais pesquisados.

Justifica-se esse trabalho pelo fato da necessidade de que as diversas instituições de ensino superior existentes no país tenham em seu cotidiano e no desempenho das práticas administrativas e de ensino, a aplicação efetiva dos conceitos e padrões formadores da educação ambiental, posto que o processo de educação ambiental influencia diretamente na transformação da realidade e nas ações do indivíduo, favorecendo ações ambientais éticas e corretas, que venham a evitar ou mitigar ações cotidianas de degradação ambiental.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da área de estudo: Universidade Federal de Campina Grande**

A Pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG Campus de Campina Grande, conforme figura 1. A instituição foi criada a partir do desmembramento da Universidade Federal da Paraíba – UFPB –, pela Lei 10.419, de 09 de abril de 2002, é uma instituição autárquica pública federal de ensino, pesquisa e extensão, vinculada ao Ministério da Educação, com sede na cidade de Campina Grande. Goza de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial.

Figura 1- Vista aérea da UFCG, *Campus I* - Campina Grande



Fonte: Assessoria de imprensa, UFCG (2013).

Sua população total é constituída por um número de 12.471 pessoas. De acordo com a Secretaria de Recursos Humanos- SRH (2014), a Pró-reitoria de Ensino – PRE (2014) a Prefeitura Universitária – PU (2014) e através de pesquisa de campo (2014), foi obtido o seguinte quantitativo em relação à população fixa e flutuante que compõe o *Campus I* (Campina Grande) da Universidade, sendo distribuída conforme quadro 1:

Quadro 1- População fixa e flutuante

<b>CATEGORIA</b>	<b>QUANTITATIVO</b>
Professores efetivos do 3º grau, efetivos do ensino básico e substitutos.	827
Servidores técnico-administrativos, não inclusos os servidores do HUAC, que não serão alvo da pesquisa.	777
Estudantes de graduação.	7.702
Estudantes de pós-graduação.	1.213
Estudantes de educação infantil.	111
Estudantes de cursos livres (extensão).	1.566

Terceirizados.	186
Funcionários nas lanchonetes e trailers.	27
Pessoas que trabalham nos fiteiros.	4
Pessoas nas Xerox.	14
Pessoa na banca de revista.	01
Pessoas na livraria.	02
<b>CATEGORIA</b>	<b>QUANTITATIVO</b>
Funcionários nos bancos.	26
Funcionários na cooperativa.	15
<b>TOTAL</b>	<b>12.471</b>

Fonte: Prefeitura Universitária e Pró-reitoria de Ensino (2014).

### População e Amostra

A população pesquisada foi constituída por aproximadamente 12.471 pessoas (PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - PU e PRÓ-REITORIA DE ENSINO - PRE, 2014) que frequenta diariamente a UFCG, sendo este número composto pela população fixa e flutuante. Quanto à amostra, utilizou-se a não probabilística estratificada intencional ou por julgamento, buscou-se entrevistar líderes representativos da população estudada de setores estratégicos relativos à área ambiental, através da aplicação de um questionário.

Portanto, a amostra foi constituída por atores institucionais e sociais que tinham ligação direta ou indireta com a área alvo da pesquisa, conforme quadro 2.

Quadro 2- Número de atores sociais e institucionais entrevistados

<b>ATORES SOCIAIS E INSTITUCIONAIS</b>	<b>Nº DE ENTREVISTADOS</b>
Prefeito Universitário	1
Coordenador de Contabilidade	1
Chefe dos terceirizados	1
Chefes de setores em geral	4
Professora responsável pelo setor de reciclagem	1

Professora responsável pelo setor de compostagem	2
Alunos da graduação	67
Funcionários dos bancos	7
Funcionários da prefeitura universitária	9
Terceirizados (agentes de limpeza)	21
Motoristas do caminhão responsável pela coleta de resíduos	2
Catadores	7
TOTAL	123

Fonte: Sara Pontes (2014).

### Cálculo da margem de erro amostral envolvida no estudo

Supondo que a amostra seja aleatória simples e sabendo que uma das características de interesse do estudo é o percentual de atores que dizem conhecer a existência de um gerenciamento ambiental na UFCG; é possível calcular a margem de erro amostral máxima envolvida no presente trabalho, dado que o tamanho amostral foi previamente fixado e igual a  $n = 108$  entrevistados (67 estudantes + 10 gestores + 31 terceirizados). Tal cálculo dar-se pela seguinte fórmula:

$$\epsilon = \frac{z_{(1-\alpha)/2} \cdot dp}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

Onde:

- $\epsilon$  - é o erro de amostragem dado em termos percentuais
- $z_{(1-\alpha)/2}$  - está associado ao nível de confiança do resultado da pesquisa.
- $dp$  - é o desvio padrão da estatística de interesse (proporção), e
- $n$  - é o tamanho da amostra adotado.

No presente trabalho, para um nível de confiança de  $(1 - \alpha)\% = 95\%$ , tem-se  $z_{(1-\alpha)/2} = 1,96$ . Segue ainda que, para um desvio padrão associado à característica de proporção com variância máxima  $p \cdot (1 - p) = 1/4 = 0,25$ , tem-se  $dp = 0,5$  e, finalmente, para um tamanho amostral previamente fixado (por conveniência)  $n = 108$ , chega-se a um erro de amostragem amostral máximo igual a

$$\epsilon = \frac{1,96.0,5}{\sqrt{108}} = 0,0943, \quad (2)$$

ou; em termos percentuais; de 9,4 pontos percentuais para mais ou para menos.

Desta forma, ao saber que 44,4% (42 estudantes + 1 gestor + 5 terceirizados) dos atores que dizem ser conhecedores da existência de um gerenciamento ambiental na UFCG, tem-se que o verdadeiro percentual de atores conhecedores desta existência está entre 35% e 53,8% a um nível de confiança de 95%.

### **Instrumentos da Coleta de Dados**

Para a obtenção dos resultados aplicou-se entrevistas e questionários para os três grupos de atores sociais (estudantes, gestores e terceirizados), pertencentes à instituição. O questionário baseou-se em três variáveis: gerenciamento ambiental, legislação e educação ambiental. Além de um roteiro de observação direta para servir como comparativo entre a observação empírica e as respostas dos atores pesquisados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Percepção dos atores sociais pesquisados**

O questionário foi composto por seis perguntas e envolveu três variáveis para análise. A primeira questão analisada foi saber se havia gerenciamento ambiental na UFCG. O resultado está exposto na tabela 1 e no gráfico 1. De acordo com a tabela o índice mais alto de afirmação, entre os atores sociais que dizem existir gerenciamento ambiental na UFCG, esta entre os alunos. Com um índice de 62,7%. E um intervalo de confiança variando entre 51,1% e 74,3%. O menor índice encontra-se entre os gestores, onde apenas 10% do percentual pesquisada afirma haver gerenciamento ambiental, levando o índice de confiança em seu limite inferior a zero.

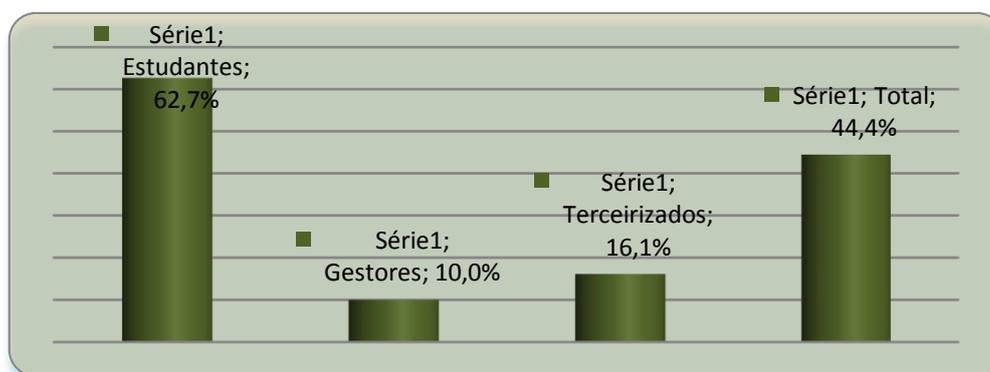
Conclui-se, portanto, que apenas os estudantes têm uma visão mais positiva sobre a existência de gerenciamento ambiental na UFCG.

Tabela 1- Distribuição de frequências e intervalos de confiança segundo os atores conhecedores da existência de um gerenciamento ambiental na UFCG

Atores	Núm. de atores	Núm. de conhecedores	%	I.C. 95%	
				LI	LS
Estudantes	67	42	62,7%	51,1%	74,3%
Gestores	10	1	10,0%	0,0%	28,6%
Terceirizados	31	5	16,1%	3,2%	29,1%
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>48</b>	<b>44,4%</b>	<b>35,1%</b>	<b>53,8%</b>

Legenda: I.C.: Intervalo de Confiança, L.I.: Limite Inferior e L.S.: Limite Superior.

Gráfico 1- Percentual de conhecedores da existência de gerenciamento ambiental por grupo de atores na UFCG



Fonte: Sara Pontes (2014).

Quando indagados sobre se a aplicação de práticas ambientais abrangeria o caráter apenas ambiental, ou atingiria outros fatores, tais como social, econômico, político. Nenhum gestor respondeu que o caráter desse trabalho era apenas ambiental, mas envolvia diversos outros fatores.

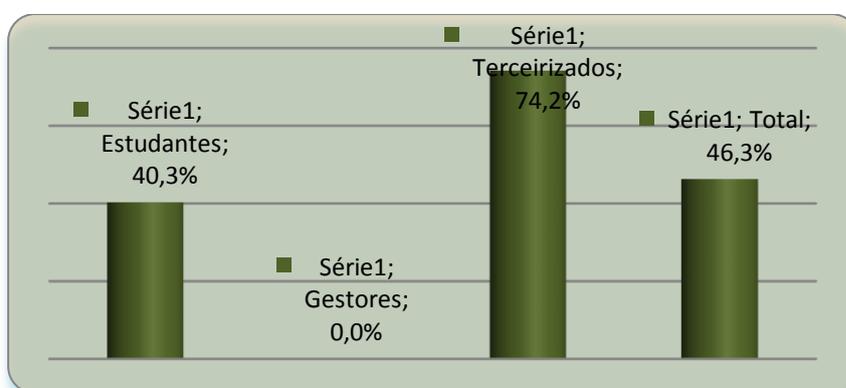
O percentual mais alto de afirmação que as práticas ambientais abrangeriam o caráter apenas ambiental ficou entre os terceirizados com 74,2% de afirmação, fato este, que tenha se dado talvez pelo baixo grau de escolaridade. O índice entre os alunos deu bastante alto 40,3%. Percentual incoerente com o nível de escolaridade dos entrevistados e que vem mostrar que o nível de educação ambiental entre esses atores pode ser considerado baixo.

Tabela 2- Distribuição de frequências e intervalos de confiança segundo a opinião sobre se as práticas ambientais abrangeriam o caráter apenas ambiental

Atores	Núm. de atores	Núm. Só ambiental	%	I.C. 95%	
				LI	LS
Estudantes	67	27	40,3%	28,6%	52,0%
Gestores	10	0	0,0%	0,0%	0,0%
Terceiriza- dos	31	23	74,2%	58,8%	89,6%
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>50</b>	<b>46,3%</b>	<b>36,9%</b>	<b>55,7%</b>

Fonte: Sara Pontes (2014).

Gráfico 2- Percentual de opinião sobre se as práticas ambientais abrangeriam o caráter apenas ambiental



Fonte: Sara Pontes (2014).

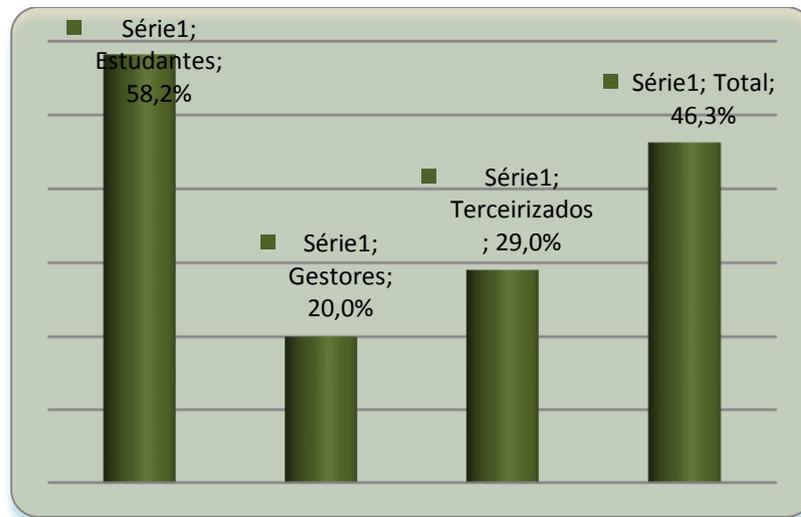
No que se refere a segunda variável analisada: Legislação. Foi perguntado se os atores achavam que a UFCG cumpria com a legislação ambiental. E novamente o índice mais alto de afirmação ficou entre os estudantes com um percentual de 58%, e uma variação do limite superior podendo chegar a 70%. Entre os gestores apenas 20% afirmou que a UFCG cumpre com a legislação ambiental. Este índice também foi baixo entre os terceirizados. Que mesmo não tendo um conhecimento aprofundado da legislação, em seu conhecimento empírico reconhecem fatores de descumprimento.

Tabela 3- Distribuição de frequências por atores e intervalos de confiança segundo a opinião sobre o cumprimento da legislação ambiental pela UFCG

Atores	Núm. de atores	Núm. Sim	%	I.C. 95%	
				LI	LS
Estudantes	67	39	58,2%	46,4%	70,0%
Gestores	10	2	20,0%	0,0%	44,8%
Terceirizados	31	9	29,0%	13,1%	45,0%
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>50</b>	<b>46,3%</b>	<b>36,9%</b>	<b>55,7%</b>

Fonte: Sara Pontes (2014).

Gráfico 3- Percentual de opinião por atores segundo a opinião sobre o cumprimento da legislação ambiental pela UFCG



Fonte: Sara Pontes (2014).

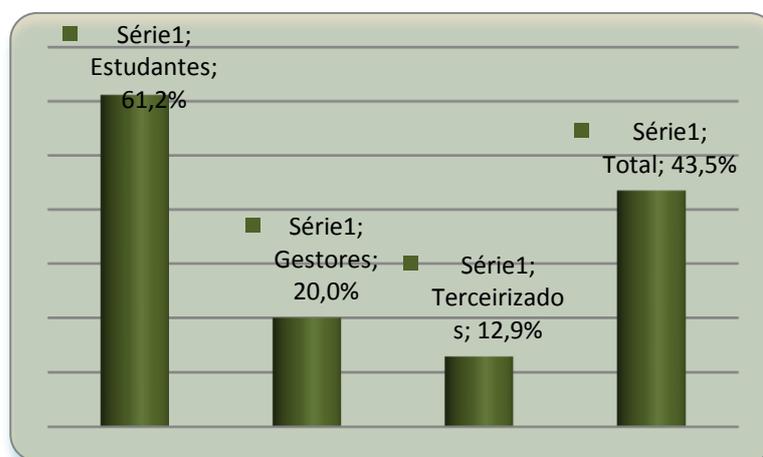
Na segunda pergunta sobre a variável legislação se as práticas aplicadas na gestão de resíduos sólidos na UFCG eram adequadas, novamente se repetiu entre os alunos o maior percentual de positividade 61,2%. Entre os gestores apenas 20% concorda que as práticas aplicadas são adequadas, com uma variação que vai de 0,0% a 44,8%, a significância do zero é que descontando a margem de erro pode ser que nenhum gestor concorde que as práticas aplicadas são adequadas. Conforme tabela e gráfico 4.

Tabela 4- Distribuição de frequências por atores e intervalos de confiança segundo a opinião sobre a adequação das práticas aplicadas à gestão de resíduos sólidos pela UFCG

Atores	Núm. de atores	Núm. Sim	%	I.C. 95%	
				LI	LS
Estudantes	67	41	61,2%	49,5%	72,9%
Gestores	10	2	20,0%	0,0%	44,8%
Terceirizados	31	4	12,9%	1,1%	24,7%
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>47</b>	<b>43,5%</b>	<b>34,2%</b>	<b>52,9%</b>

Fonte: Sara Pontes (2014).

Gráfico 4- Percentual de opinião por atores sobre a adequação das práticas aplicadas à gestão de resíduos sólidos pela UFCG



Fonte: Sara Pontes (2014).

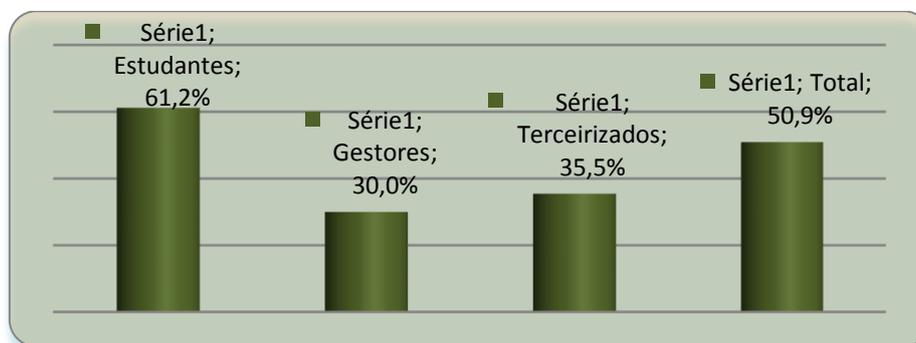
A terceira variável avaliada foi a Educação ambiental, questionados se havia incentivo e apoio para o desenvolvimento de práticas relacionadas à educação ambiental, os percentuais foram equilibrados na opinião de gestores e terceirizados, que variou em um intervalo de aproximadamente 30% de concordância. A percepção positiva dos estudantes em relação a esse item ultrapassou os 50%. Conforme tabela e quadro 5.

Tabela 5- Distribuição de frequências por atores e intervalos de confiança segundo o conhecimento da existência sobre o incentivo e apoio de práticas relacionadas à educação ambiental

Atores	Núm. de atores	Núm. Sim	%	Int. Conf. 95%	
				Lim. Inf.	Lim. Sup.
Estudantes	67	41	61,2%	49,5%	72,9%
Gestores	10	3	30,0%	1,6%	58,4%
Terceirizados	31	11	35,5%	18,6%	52,3%
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>55</b>	<b>50,9%</b>	<b>41,5%</b>	<b>60,4%</b>

Fonte: Sara Pontes (2014).

Gráfico 5- Percentual de opinião por atores segundo o conhecimento da existência sobre o incentivo e apoio de práticas relacionadas à educação ambiental



Fonte: Sara Pontes (2014).

Ainda na temática educação ambiental, em uma análise mais geral, procurou-se mensurar a correlação que os autores faziam entre o efetivo processo de educação ambiental e preservação ambiental. Entre os gestores 100% dos entrevistados afirmaram que o processo de educação é bastante importante para a preservação ambiental, pois este é formador de cidadãos conscientes da importância da preservação dos recursos naturais.

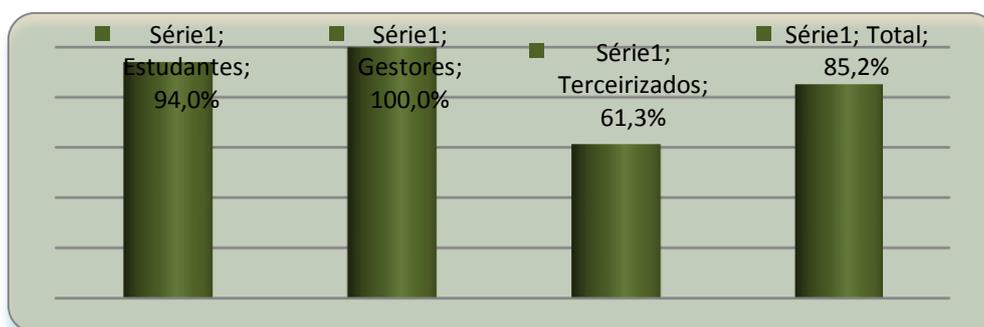
O percentual de afirmação também foi alto entre os estudantes, chegando à margem de segurança a ultrapassar os 50%. Com os terceirizados o percentual também foi significativo, ficando em 61,3 %. De acordo com a tabela e gráfico 6.

Tabela 6- Distribuição de frequências por atores e intervalos de confiança segundo a opinião se o efetivo processo de educação é importante para a preservação ambiental

Atores	Núm. de atores	Núm. Sim	%	I.C. 95%	
				LI	LS
Estudantes	67	63	94,0%	88,4%	99,7%
Gestores	10	10	100,0%	100,0%	100,0%
Terceirizados	31	19	61,3%	44,1%	78,4%
<b>Total</b>	<b>108</b>	92	85,2%	78,5%	91,9%

Fonte: Sara Pontes (2014).

Gráfico 6- Percentual de opinião por atores se o processo de educação é importante para a preservação ambiental



Fonte: Sara Pontes (2014).

## CONCLUSÕES

Entre os três atores sociais pesquisados constatou-se que, contrariando as expectativas do nível educacional ser diretamente proporcional ao nível de conscientização de preservação ambiental, viu-se que os alunos são que têm a menor conscientização ambiental, tanto referente a informações sobre as leis aplicadas a essa temática, como também a percepção das variáveis *in locu*. Não têm uma observação crítica sobre a realidade existente na instituição.

No que se refere aos terceirizados concluiu-se que o nível de percepção em relação às corretas práticas ambientais é considerado alto, talvez devido ao desempenho direto do trabalho, possam observar melhor as inadequações existentes. No entanto, devido ao grau de instrução não possuem conhecimento mais abrangente sobre as leis regentes.

O nível mais alto de percepção e conhecimento ficou com os profissionais da instituição que desempenham alguma função ligada à área de gestão ambiental. Esse fato decorre tanto do nível de instrução desses atores, bem como da visão geral que possuem em relação ao assunto abordado.

Concluimos, portanto, que deve ser melhor difundido as práticas de educação ambiental para a comunidade acadêmica, posto que, o maior contingente formador dessa comunidade, que são os alunos, demonstrou desconhecer práticas ambientais corretas e um baixo nível de educação ambiental. Necessitando de maiores informações e de programas de conscientização oferecidos pela instituição. Concluimos também, devido à resposta dos gestores entrevistados, que a UFCG não atende aos padrões de gestão ambiental estabelecido para as instituições públicas e que não exerce, interiormente e nem exteriormente no âmbito ambiental, o seu papel de extensão atuando como instituição conscientizadora e formadora de conceitos ambientais corretos.

## **REFERÊNCIAS**

BRÜGGER, P. **Educação ou adestramento ambiental?** Letras Contemporâneas, 2012.

DECRETO Nº 7.404/10 Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a implantação dos Sistemas de Logística Reversa , e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 02/12/2014.

DE CONTO, S. M. **Gestão de resíduos em universidades: uma complexa relação que se estabelece entre heterogeneidade de resíduos, gestão acadêmica e mudanças comportamentais.** In: Gestão de resíduos em universidades. Caxias do Sul, RS: Educus, 2010.

PEREIRA, S. S; MELO, J. A. B. Gestão dos resíduos sólidos urbanos em Campina Grande/PB e seus reflexos socioeconômicos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**,v.4, n.4, p. 193-217, 2015.

TRIPOLONE, I. C.; ALEGRE, L. M. P. **Universidade Tecnológica Articulada com a Sociedade Através da Extensão Social Tecnologia & Humanismo**, n.31, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE Assessoria de Imprensa. **Fotos aéreas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG**: campus sede da UFCG.Campina Grande: [s.n], 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Secretaria de Recursos Humanos e Pró-Reitoria de Ensino da UFCG. **Dados quantitativos da UFCG**. Campina Grande: [s.n.], 2014.

ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K.; PEREIRA, D. Introdução: desenvolvimento, sustentabilidade e conflitos socioambientais". In: Andréa Zhouri, Klemens Laschefski e Doralice Pereira (Orgs.). **A insustentável leveza da política ambiental**: desenvolvimento e conflitos socioambientais, Belo Horizonte, Autêntica. 2015.



## **CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS: RESÍDUOS SÓLIDOS DE SAÚDE EM SOUSA-PB**

Layz Dantas Alencar<sup>1</sup>, Layze Amanda Leal Almeida<sup>2</sup> e Erivaldo Moreira Barbosa<sup>3</sup>

**RESUMO:** Os Resíduos Sólidos de Saúde (RSS) representam umas das principais fontes de degradação ambiental, pois quando gerados inadequadamente, pelos estabelecimentos gerados, oferecem riscos potencial ao ambiente, à vida, devido as características biológicas, químicas e físicas. Deste modo, o trabalho teve objetivo de identificar os Conflitos Socioambientais relacionados aos Recursos Sólidos de Saúde em Sousa-PB, tendo em vista, principalmente, o grande número de unidades no setor de saúde no município. A pesquisa constitui-se de um estudo caráter exploratório – descritivo, através de uma pesquisa de campo, realizada por meio observacional in loco, como instrumentos de coleta de dados uso do imagético, ao que se denomina fotoetnografia, no período de setembro de 2015 no município de Sousa-PB. Contatou-se que os RSS não estavam sendo gerenciados como a legislação vigente, e encontravam-se lançados juntos como os demais resíduos sólidos, em lixões a céu aberto. Dentre os RSS encontrados estavam materiais potencialmente infectantes (grupo A) e materiais perfurocortantes ou escarificantes (grupo E). Apesar dos avanços, ainda tem muito o que se melhorar no que se diz respeito a gerenciamento de RS e mais especificamente os RSS. Infelizmente as legislações que normatizam tais práticas, são negligenciadas pelas instituições de saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos de Saúde; Ambiente; Saúde.

---

1 Graduada em Enfermagem pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB. Fone: (83)991000965 E-mail: layzalencar@gmail.com (Estudante)

2 Graduada em Enfermagem pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB Fone: (83)991000965 E-mail: layzelala@hotmail.com (Estudante)

3 Graduado em Direito pela Universidade Estadual da Paraíba. Especialista em Economia Rural pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Ciências Jurídicas pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professor do Curso de Direito da Universidade Federal de Campina Grandes – Campus de Sousa. E-mail: erifat@terra.com.br (Profissional)

## **ENVIRONMENTAL CONFLICTS: SOLID WASTE OF HEALTH IN SOUSA-PB**

**ABSTRACT:** Solid Waste Health (RSS) is a major source of environmental degradation, as when generated inappropriately generated by establishments offer the potential risks to the environment, to life, due to biological, chemical and physical characteristics. Thus the study was to identify the Socio-Environmental Conflicts related to Health Resources solids Sousa-PB, considering mainly the large number of units in the healthcare industry in the county. The research consists of a study exploratory - descriptive, through field research, conducted through observational spot, as instruments to collect imagery usage data, it is called Photoethnography in September 2015 period municipality of Sousa-PB. It was found that the RSS were not being managed as current legislation, and found themselves thrown together as other solid waste in open dumps. Among the RSS found were potentially infectious materials (group A) and sharps or escarificantes (group E). Despite advances, still have much to improve as it relates to RS management and more specifically the RSS. Unfortunately the legislation that nor team such practices are neglected by health institutions.

**KEYWORDS:** Health Solid Waste; Environment; Cheers.

### **INTRODUÇÃO**

Os resíduos sólidos são gerados pelas as atividades humanas e compostos por uma grande diversidade de substâncias. As principais preocupações a que concerne remetem-se nas formas incorretas de disposição e ineficiência na gestão dos resíduos sólidos, que, conseqüentemente, afetam diretamente o meio ambiente e a população.

Os resíduos sólidos são classificados de acordo com sua origem, entretanto, dentre todos os tipos de resíduos, os Resíduos Sólidos de Saúde (RSS) merecem destaque, uma vez que representam uma substancial parcela dentre todos os resíduos gerados, e quando mal gerenciados, tornam-se um problema sanitário, ambiental e social (BRASIL, 2006).

O gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde é regulamentado pelas resoluções nº306/ 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária e nº358/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente que dispõem sobre técnicas adequadas ao manejo dos resíduos do serviço de saúde (ALVES, 2010).

A Resolução RDC nº 306/2004 estabelece e concentra a regulação no controle dos processos de segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos do serviço de saúde, estabelecendo as normas e técnicas

operacionais diante dos riscos e concentra seu controle na inspeção e responsabilidade dos serviços de saúde (BRASIL, 2004).

Enquanto a Resolução CONAMA nº 358/2005 dispõe do gerenciamento considerando a preservação dos recursos naturais, do meio ambiente e proteger a saúde do trabalhador. Define a competência dos órgãos ambientais de caráter estadual e municipal para com o licenciamento ambiental dos sistemas de tratamento e destinação final dos RSS, além de preconizar que os resíduos infectantes devem ser submetidos a processos de tratamento que promovam redução de carga microbiana, antes de serem encaminhados para aterro sanitário (BRASIL, 2005).

A questão é muito mais profunda do que pode aparentar quando se refere aos Resíduos Sólidos de Saúde e seus impactos socioambientais. As implicações do manejo errado dos resíduos sólidos são enormes diante da sua patogenicidade, infectividade e virulência. Sabe-se que este tipo de resíduos, dos quais são gerados nas atividades realizadas nos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, como hospitais, clínicas médicas, postos de saúde e similares (MOTA; CAMPOS; FIDELES FILHO, 2015; ANVISA 2003).

Partindo da perspectiva, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar os principais conflitos socioambientais correlacionados aos Recursos Sólidos de Saúde disposto no município de Sousa-PB, tendo em vista, principalmente, o grande número de unidades no setor de saúde, tendo o atendimento prestado por 06 hospitais e 32 unidades ambulatoriais (IBGE, 2010).

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi desenvolvida no período de setembro de 2015 no município de Sousa, com visitas aos lixões e aos aterros sanitários, pertencente à Mesorregião do Sertão Paraibano e à Microrregião de Sousa, a aproximadamente 438 km de João Pessoa está localizada no extremo Oeste do Estado da Paraíba. De acordo com último censo do IBGE atualmente a cidade tem aproximadamente 65.803ha, estando em 6º lugar no Estado da Paraíba-PB em população (IBGE, 2010).

Município caracterizado pelo despejo irregular de dejetos nos lixões e aterros irregulares no município, locais onde é despejado lixo domiciliar e/ou industrial, matérias esses encontrados por catadores de lixo. Tendo o gerenciamento dos Resíduos Sólidos de Saúde e Resíduos Sólidos Urbanos do atual município realizado por uma empresa terceirizada contratada pelos gestores municipais, estaduais e particulares.

A pesquisa constitui-se de um estudo caráter exploratório - descritivo, com o intuito de realizar a descrição das características de determinado fenômeno e o estabelecimento de relações entre as variáveis, proporcionando maior familiaridade com o problema da destinação final dos RSU no município de Sousa-PB, de modo a torná-lo explícito (GIL, 1988).

Como procedimento de coleta de dados utilizou-se uma pesquisa de campo, realizada por meio observacional *in loco*, tendo a observação direta como procedimento utilizada na coleta de dados. Yin (2005) descreve observação direta da como meio de buscar e relatar a realidade por meio de um tratamento de acontecimentos em tempo real que pode ser realizado por meio de uma visita de campo ao “local” escolhido para o estudo de caso.

Agregado a isso, utilizamos como instrumentos de coleta de dados uso do imagético, optando a fotografia como instrumento principal para sua realização, ao que se denomina fotoetnografia. A fotoetnografia consiste numa narrativa visual, de modo a revelar uma riqueza de elementos inviáveis de serem captados tão somente através da palavra, uma vez que a imagem tende a ser mais eloquente (ACHUTTI, 2004).

Utilizou-se também a observação participante, onde a mesmo tem como característica ser realizada através de contato direto, do investigador com os atores sociais envolvidos. Desse modo o próprio investigador é o instrumento de pesquisa. Portanto, pode-se afirmar que a Observação Participante é o trabalho de campo no seu conjunto, desde a chegada dos investigadores ao campo de pesquisa, com o reconhecimento do espaço ou campo de observação e a interação com os atores envolvidos (CORREIA, 2009).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Ações Antrópicas e a Questão dos Resíduos**

Desde os séculos XIX e XX, vêm ocorrendo várias transformações mundiais, onde podemos citar a revolução industrial e o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, além disso, as alterações demográficas da população, onde todas estas modificações acabam por desencadear intensos impactos ambientais negativos (MACEDO, 2013).

De acordo com os fatos históricos, sabe-se que os impactos ambientais negativos, são provocados pelas ações antrópicas, ou seja, ações provocadas pelo próprio homem. No entanto, com o passar do tempo, o homem passou a ficar mais atento e a compreender melhor como ocorrem os fenômenos inerentes ao ambiente. Esses impactos sofreram grande evolução ao longo da história humana, onde recentemente tornou-se mais evidente em função

da inversão populacional ocorrida entre o meio rural e o urbano (êxodo rural) (DIAS, 2011).

O homem, como qualquer outro ser vivo exerce sua influência sobre a natureza e dela retira recurso para assegurar sua sobrevivência, rejeitando aquilo que não lhe é mais útil. Diante deste contexto, a ampliação do debate sobre as questões ambientais no Brasil e no mundo só se tornou importante a partir do momento em que os problemas começaram a atingir mais diretamente as pessoas, deixando de ser um problema isolado para tornar-se uma questão coletiva (OLIVEIRA, 2008).

Essas afirmações despertam atenção para a necessidade de soluções rápidas e adequadas à necessidade do risco gerado na sociedade industrial ou pós-industrial, além de evidenciar a prática do individualismo e a falta de prevenção e planejamento das ações produtivas e destruidoras do ambiente pela ação humana (MACEDO, 2013).

Exemplo de atitudes individualistas e pautadas na irresponsabilidade humana e falta de prevenção, encontramos em meio a uma avenida de Sousa, onde presenciou-se inúmeras sacolas de lixo, dispostas irregularmente, as quais manuseadas pelos próprios moradores, estão armazenadas no meio da rua, onde vale salientar que existe na cidade coleta regular de lixos em domicílios. Esses resíduos desprezados em locais impróprios trazem grandes danos tanto ao meio ambiente, como a própria saúde dos moradores que cometem tal ato. Para melhor demonstrar, temos a figura 1.

Figura 1- Resíduos desprezados pelas ruas da cidade



Fonte: Fotos das autoras (2015)

Estes fatores ambientais são os catalisadores dos impactos negativos, e estão correlacionados com o aumento do poder aquisitivo e o consumo de bens e serviços em larga escala, na sociedade moderna. Pode-se destacar ainda, o aumento da concentração populacional nas regiões urbanas e a larga escala de inovações dos métodos de produção, que aumentaram significativamente a produção de resíduos, com diferentes características, principalmente pelo descarte de embalagens e similares, aumentando a quantidade de resíduos disponíveis no ambiente. Situação similar vem ocorrendo nas instituições de serviços de saúde, gerando assim cada vez mais Resíduos Sólidos de Saúde (RSS) e lidam constantemente com a grande dificuldade de gestão desses problemas (LOPES, 2003; SOUZA, 2005; BRASIL, 2006; BARROS et. al., 2006).

Desse modo, pode-se afirmar que a cidade de Sousa também retrata um cenário de conflito ambiental, principalmente no que concerne a questão dos RS, visto que sabe-se que existe uma coleta de lixo domiciliar regular, porém os moradores continuam a desprezar o seu lixo no meio das ruas, em frente as suas próprias casas, de modo que este lixo acumulado incorretamente pode vir a gerar grandes problemas aos mesmos, e por consequência aos gestores públicos.

Para se trabalhar na prevenção destes conflitos precisa-se de uma conscientização e educação da população para que a mesma cobre do poder público atitudes que venham a prevenir os mesmos, otimizar a questão ambiental, e melhorar a questão da coleta e armazenamento de lixo, porém sobretudo, essa população precisa ajudar e não atuar como um agravante no que se diz respeito a este contexto. A população precisa colaborar, evitando o descarte de lixos em locais impróprios e conscientizando-se que ao cometer um ato de jogar lixo em locais indevidos estão colocando além de tudo a sua saúde e a saúde da população que encontra-se as margens deste problema em risco. É mister afirmar que um conflito ambiental só pode ser resolvido/amenizado com a colaboração de todos os atores sociais envolvidos, no caso de Sousa, precisa-se da união de forças da sociedade, do poder público e dos gestores, para que assim caminhando juntos cheguem a resultados positivos e benéficos para todos, inclusive para o meio ambiente.

### **Cenário Brasileiro dos Resíduos Sólidos**

Os países mais ricos são responsáveis por maiores quantidades de resíduos e de lixo, porém existe uma maior capacidade de equacionamento da gestão, devido a uma

gama de fatores, tais como: recursos econômicos, preocupação ambiental da população e desenvolvimento tecnológico. Em cidades de países em desenvolvimento, onde existe uma urbanização muito acelerada, verifica-se que ainda existem algumas dificuldades na capacidade financeira e administrativa dessas em prover infraestrutura e serviços essenciais, como: água, saneamento, coleta e destinação adequada do lixo e moradia, e em assegurar segurança e controle da qualidade ambiental e de saúde para a população. No Brasil percebe-se que a prestação dos serviços no que se diz respeito ao manejo de resíduos urbanos, encontra-se bastante distante de ser bem gerenciada, porém é evidente a melhoria em alguns dos indicadores (JACOB; BESEN, 2011).

Os marcos legais da limpeza urbana, em especial da gestão e manejo dos resíduos sólidos no Brasil, são definidos na Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445, de 2007, na qual diz que o plano de resíduos sólidos deve integrar nos planos municipais de Saneamento (PNSB) e na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305, de 2010, regulamentada por meio do Decreto n. 7.404, de 2010, que após passar vinte anos em tramitação no Congresso Nacional, foi estabelecido como um novo marco regulatório para o país (JACOB; BESEN, 2011).

Na zona urbana do território brasileiro o serviço de coleta de resíduos está próximo da universalização. Dados mostram uma expansão de 79%, no ano 2000, para 97,8% em 2008 (IBGE, 2010). Observa-se que a coleta dos resíduos sólidos urbanos está cada vez mais privatizada, onde o número de empresas filiadas à Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) passou de 45, em 2000, para 92, em 2009, as quais coletaram cerca de 183 mil toneladas de lixo diariamente no ano de 2009 (ABRELPE, 2009).

A média de geração de resíduos sólidos urbanos no país, de acordo com dados do SNIS (2010) e da Abrelpe (2009), varia de 1 a 1,15 kg por hab./dia, padrão próximo aos dos países desenvolvidos da União Europeia, onde a média é de 1,2 kg por dia por habitante. A Abrelpe afirma que enquanto o crescimento populacional foi de apenas 1% entre os anos de 2008 e 2009, a geração per capita apresentou um aumento real de 6,6% na quantidade de resíduos domiciliares gerados, o que demonstra uma ausência significativa de ações que busquem minimizar a geração de resíduos e a mitigação dos impactos causados pelos mesmos (ABRELPE, 2009).

Ainda segundo dados da Abrelpe (2009) o país foi responsável pela geração de mais de 57 milhões toneladas de resíduos sólidos em 2009, havendo um crescimento de 7,7%

em relação ao volume do ano anterior. As capitais e as cidades com grande número populacional (mais de 500 mil habitantes), foram responsáveis pela produção de quase 23 milhões de toneladas de RSU por dia (ABRELPE, 2009).

O crescimento e a longevidade da população da população brasileira, a transição epidemiológica, a qual o país está passando, aliados à intensa urbanização e à expansão do consumo de novas tecnologias trazem como resultado uma imensa produção de resíduos.

A falta de locais para dispor os resíduos adequadamente, especialmente em regiões metropolitanas, é um dos maiores problemas das cidades muito urbanizadas. Devido a existência de áreas ambientalmente protegidas, assim como aos impactos de vizinhança das áreas de disposição. Infelizmente, maioria dos aterros sanitários, não existe um tratamento adequado para o chorume (líquido tóxico gerado pela decomposição orgânica do lixo). Resultando numa grande possibilidade de contaminação do solo e da água por resíduos tóxicos podem, enquanto o processo de decomposição dos gases é liberado no meio ambiente de forma descontrolada (GOUVEIA, 1999).

É cada vez mais evidente que a adoção de padrões de produção e consumo sustentáveis e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos podem reduzir significativamente os impactos ao ambiente e, por conseguinte a saúde da população.

Em concordância com as literaturas acima citadas e com a realidade brasileira, a cidade de Sousa passa por um processo de urbanização e crescimento da população, onde percebe-se um aumento significativo na quantidade de lixos produzidos pela população, os quais não passam por tratamento adequado, e muitas vezes são dispostos no meio das ruas, ou em lixões a céu aberto que não passam por nenhum tipo de tratamento adequado, de modo a poluir solo, água e ar, assim como mostram as figuras 2 e 3.

A administração pública municipal tem como responsabilidade gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, onde a mesma deve ser ambientalmente segura. O lixo produzido e não coletado e disposto de maneira irregular nas ruas, em rios, córregos e terrenos vazios, e tem efeitos tais preocupantes como assoreamento de rios e córregos, entupimento de bueiros com conseqüente aumento de enchentes nas épocas de chuva, além da destruição de áreas verdes, mau cheiro, proliferação de moscas, baratas e ratos, todos com graves conseqüências diretas ou indiretas para a saúde pública da população exposta a estes resíduos (JACOB; BESEN, 2011).

Os lixos depositados próximo as casas, podem ser o fator desencadear de grandes problemas para a população ali presente, percebeu-se durante a pesquisa, a presença de

crianças brincando em contato direto com o lixo depositado próximo a residência como mostra a figura 2. Além de agravos ao meio ambiente, este lixo pode levar a uma proliferação de insetos e roedores, os quais também trazem danos à saúde humana.

Na visita ao lixão tornou-se evidente a falta de preocupação com o meio ambiente, o lixo é disposto ao céu aberto, sem nenhum tipo de tratamento ou coleta seletiva, o mesmo fica próximo de residências e da BR-230, a qual é bastante movimentada, existe um trânsito rotineiro dos moradores por entre o lixão para se deslocarem de um ponto da cidade a outro. Pessoas passam em motocicletas com crianças, sem capacete, e inalam todo os gases que são emitidos pelo lixo ali armazenado. Não existe uma área isolada para a deposição desse lixo, portanto qualquer pessoa pode ter acesso, sem encontrar nenhuma barreira para chegar até ele.

Figura 2- Materiais na residência de um catador



Fonte: Fotos das autoras (2015)

Figura 3- Lixão da Cidade de Sousa-PB



Fonte: Fotos das autoras (2015)

### **Resíduos Sólidos de Saúde**

Os avanços tecnológicos vêm modernizando cada vez mais o atendimento no setor de saúde, e assim, tem ampliado o número de instituições fornecedoras de serviços de saúde, repercutindo com o aumento significativo da produção de Resíduos de Saúde.

Os resíduos de saúde consistem em materiais provindos das atividades referentes ao atendimento à saúde humana e animal, que incluem aqueles gerados em unidades de diagnóstico, tratamento, atenção domiciliar, atenção básica, atenção hospitalar, instituições públicas, privadas e filantrópicas (ALVES et al., 2012).

No Brasil, as Resoluções nº 306 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária de 2004 e nº 358 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 2005, vieram estabelecer a harmonização entre os órgãos regulatórios sobre os resíduos de serviços de saúde, de modo a transferir a responsabilidade do manejo para as fontes geradoras, com a adoção

de um plano de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde. Também está incluso nestes documentos um conjunto de procedimentos a serem desenvolvidos para sua manipulação, de forma a minimizar os riscos à saúde, preservando a saúde pública os recursos naturais e o meio ambiente como um todo (SANTOS; SOUZA, 2012).

Sabemos que este trabalhar na área de saúde exige, portanto, comprometimento e envolvimento de todos os profissionais e gestores da instituição, clientes internos e externos, assim como requer uma política de gerenciamento dos RSS, além de treinamento e educação continuada dos trabalhadores, por meio da implantação de protocolos e manual de biossegurança desenvolvidos pelos próprios serviços de saúde para evitar o que vem ocorrendo na cidade de Sousa-PB, onde os RSS, não estão sendo gerenciados como a legislação vigente, e encontram-se lançados juntos como os demais RS, em lixões a céu aberto (MACEDO, 2013). Tão fato é comprovado pelas figuras 4 e 5.

Figura 4 e 5- Resíduos sólidos de saúde sem destinação adequada





Fonte: Fotos das autoras (2015).

A legislação brasileira traz algumas diretrizes e normas técnicas visando minimizar danos e riscos à saúde e ao ambiente. De acordo com a RDC n° 306/2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), os RSS são classificados em cinco Grupos: A (biológicos), B (químicos), C (radioativos), D (comuns) e E (perfurocortantes) (MACEDO, 2013).

Desse modo, de acordo com o que foi evidenciado na cidade de Sousa, além dos Resíduos Sólidos, os principais RSS encontrados foram:

- Grupo A: Resíduos potencialmente infectantes, como sondas, luvas de procedimentos, e material utilizado em curativos, tal como compressas com sangue.
- Grupo E: materiais perfurocortantes utilizados em cirurgias, fios de sutura, frascos e ampolas de medicamentos.

Esses resíduos produzidos nos serviços de saúde merecem atenção dos administradores e de todos os que estão em contato direto, especialmente com os resíduos do Grupo A1, considerado um subgrupo do Grupo A, nos quais estão incluídos:

- Bolsas Transfusionais;
- Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde que contenham sangue e líquidos corpóreos de forma livre.

O gerenciamento dos Resíduos Sólidos de saúde é algo delicado, que exige uma atenção minuciosa e um tratamento rigoroso, devido ao seu potencial de contaminação, tais resíduos jamais poderiam ser lançados a céu aberto, pondo em risco a saúde dos catadores e da população em geral, principalmente pelo impacto de vizinhança, e além dos fatores citados anteriormente existe toda uma questão ambiental, onde esse tipo de resíduo provoca uma contaminação considerável do solo, da água e do ar, que muitas vezes pode se tornar irreparável.

Necessita-se com urgência de um Plano de Gerenciamento dos RSS na cidade de Sousa, plano este que seja posto em prática a partir de pessoas que sejam conscientes e empenhadas nessa perspectiva de preservação ambiental e promoção da saúde. Esse plano deve ser executado por atores que se encontram envolvidos desde a aquisição de materiais de saúde até as pessoas que trabalharam no seu armazenamento, descarte e tratamento. Etapas que acontecem de forma isolada, dificilmente trarão êxito a questão.

Além dos lixões, falados anteriormente, a cidade de Sousa possui um aterro sanitário, porém o mesmo é gerenciado por uma empresa privada, a TRASH (Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos), a qual não permite a entrada de visitantes. Conforme mostram as figuras 6 e 7.

Figuras 6 e 7- Aterro Sanitário do Município de Sousa-PB





Fonte: Fotos das autoras (2015).

Como foi inviável adentrar no aterro sanitário, não houve meios de se observar detalhadamente como acontece o armazenamento e tratamento do lixo ali depositado, o que pode-se observar é que existiam máquinas trabalhando na compostagem de parte do resíduo que encontrava-se no aterro.

### **Mapeamento do Conflito Ambiental**

O conflito socioambiental contemplado nesta pesquisa tem como agentes sociais envolvidos a população local da cidade de Sousa-PB, os catadores de lixo, os gestores dos Serviços de Saúde, os responsáveis pelo gerenciamento dos RSS, empresas privadas e o poder público municipal, estadual e da união.

O conflito envolve os Resíduos Sólidos de Saúde que são jogados sem gerenciamento nos lixões a céu aberto. Essa emissão de RS e especialmente os RSS encontradas no município de Sousa suscita numerosos e intensos impactos no meio ambiente natural e social, ocorrendo tanto no espaço dos lixões/aterro sanitário como no seu entorno, atingindo também os moradores da cidade.

Vale ressaltar que a cidade de Sousa possui dois lixões a céu aberto, onde não há nenhum tratamento específico, e além deles um aterro sanitário, o qual é terminantemente proibida a entrada e não podemos observar como acontece o seu funcionamento.

Uma conscientização/educação continuada da sociedade atrelada a um bom desempenho dos gestores públicos seria primordial para a diminuição dos impactos relacionados ao ambiente, sociedade e saúde, de modo que os atores envolvidos trabalhariam juntos em um bem comum.

## CONCLUSÕES

Observa-se que uma má gestão dos resíduos sólidos resulta em risco evidente a população, constituindo-se em fatores de degradação ambiental e em problemas de saúde pública, principalmente os resíduos de serviços de saúde, que são potencialmente infectantes, mas passíveis de gerenciamento adequado.

Neste enfoque, conclui-se que apesar do município estudado contar com um aterro sanitário e um sistema de coleta pública de lixo que atenda a quase totalidade da população urbana, ainda é comum o descarte inadequado de resíduos em vários pontos da cidade constituindo-se verdadeiros lixões a céu aberto, além do mais, com disposição irregular nesses lixões de resíduos sólidos de saúde. O que se notem falhas no sistema de gerenciamento da coleta de resíduos sólidos de saúde, já que esse processo é realizado por uma empresa terceirizada nos serviços de saúde da cidade.

Através deste estudo foi possível perceber que o gerenciamento dos resíduos urbanos e de saúde apresentam muitos desafios e merece atenção especial dos gestores públicos do município. A considerável quantidade de resíduos de saúde que tem sido depositada indevidamente em várias áreas tem causado impactos que diminuem a qualidade de vida, proliferação de doenças, contaminação ambiental e humana.

Logo, se traduz a dimensão do conflito socioambiental estabelecido e a necessidade e urgência de serem tomadas providências resolutivas. Ressaltando que a importância do gerenciamento adequado mediante a elaboração e o cumprimento do Plano de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde, atrelados à responsabilidade de todos os atores envolvidos com o processo para que a sociedade esteja protegida dos danos nocivos causados pelo manuseio de resíduos infectantes em prol do meio ambiente e saúde.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil- 2009**. São Paulo: Abrelpe, 2009

ACHUTTI, L. **Fotoetnografia da Biblioteca Jardim**. Porto Alegre: Tomo Editorial/UFRGS Editora, 2004.

ALVES, S. B. **Manejo de Resíduos de Serviços de Saúde na Atenção Básica**. 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Enfermagem. Disponível em: < [https://mestrado.fen.ufg.br/up/127/o/Sergiane\\_Bisinoto\\_Alves.pdf](https://mestrado.fen.ufg.br/up/127/o/Sergiane_Bisinoto_Alves.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2015.

ALVES, S. B. et al. Manejo de resíduo gerados na assistência domiciliar pela estratégia de saúde da família. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 65, n. 1, 2012.

BARROS, I. P. et. al. Resíduos Biológicos nos Institutos de Medicina Legal de Goiás: Implicações para os Trabalhadores. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 8, n. 3 p. 317-325, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (Anvisa). Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. **Manual sobre Gerenciamento de Resíduos de Serviços da Saúde**. Brasília: ANVISA, 2006.

BRASIL. Resolução RDC nº 306/2004. Disposição sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Diário Oficial da União**, 10 dez., Seção 1. Brasília; 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA No. 358/2005. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. **Diário Oficial da União**, 01 out., Seção 1. Brasília; 2005.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. Última compilação do site da CQNUMC: 31 de janeiro de 2011.

CORREIA, M. C. B. A observação participante enquanto técnica de investigação. **Pensar Enfermagem**, v.13, n.2, 2009. Disponível em: << [http://pensarenfermagem.esel.pt/files/2009\\_13\\_2\\_30-36.pdf](http://pensarenfermagem.esel.pt/files/2009_13_2_30-36.pdf)>>. Acesso em: 16 out 2015.

DIAS, R. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 220 p.

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas. 1988.

GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde e Sociedade**, v.8, n.1, p.49-61, 1999

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE. 2010.

LOPES, A. A. **Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São Carlos**. 2003. Dissertação (Mestre em Ciência da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2003.

SANTOS, M. A.; SOUZA, A. O. Conhecimento de enfermeiros da Estratégia Saúde da Família sobre resíduos dos serviços de saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 65, n.4, 2012.

MACEDO, J. I. **Resíduos de Serviços de Saúde em Hemocentro [Manuscrito]: gerenciamento e avaliação do tratamento de bolsa de sangue por autoclave**. Belo Horizonte: 2013.

MOTA, T. S.; CAMPOS, G. B.; FIDELES FILHO, J. Resíduos sólidos de serviços de saúde e meio ambiente: Um enfoque jurídico. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XII, n. 71, dez. 2009. Disponível em: <[http://ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo\\_id=7014&n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura](http://ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo_id=7014&n_link=revista_artigos_leitura)>. Acesso em: 20 out. 2015.

OLIVEIRA, M. L. C.; FARIA S. C. Indicadores de saúde ambiental na formulação e avaliação de políticas de desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Ciências**

**Ambientais**, v. 11, p. 16-22, 2008.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Programa de modernização do setor de saneamento: diagnóstico da gestão e manejo de resíduos sólidos urbanos – 2008**. Brasília: M Cidades, SNSA, 2010.

TROMBETA, L. R.; LEAL, A. C. Gestão dos resíduos sólidos urbanos: um olhar sobre a coleta seletiva no município de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. **Revista Formação**, v. 1, n.21, p. 143-169. 2014. Disponível em: <<<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/viewFile/2361/2542>>>. Acesso em: 18 set. 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

# DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E O ECODESIGN NA RESERVA ECOLÓGICA ESTADUAL MATA DO PAU FERRO (AREIA/PB)

Luiz Ricardo Sales<sup>1</sup> e Marconi Luiz França<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho foi desenvolvido em um remanescente de Mata Atlântica na Mesorregião do Agreste Paraibano, no município de Areia - PB. O objetivo da pesquisa foi avaliar as condições ambientais da Reserva Ecológica Estadual da Mata do Pau Ferro e analisar a importância de evitar a degradação ambiental dos seus recursos naturais. Além de propor uma ligação entre preservação e socialização através de uma *interface* ecodesign e minimizar seus problemas. O estudo apoia-se na análise de conceitos e dados sobre o tema, observações em campo e aplicação de questionários aos nativos na periferia da Reserva. Os dados obtidos mostram que ela apresenta problemas no que se refere a preservação, falta de controle do órgão ambiental gestor da área e intervenção humana.

**PALAVRAS-CHAVES:** Mata Atlântica; Degradação ambiental; Preservação.

---

<sup>1</sup> Graduando do curso de Design, Depto. de Desenho Industrial, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB, [desenhistoricardo@gmail.com](mailto:desenhistoricardo@gmail.com).

<sup>2</sup> Doutor, Professor, Depto. de Desenho Industrial, UFCG, Campina Grande – PB.

## ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND ECOLOGICAL RESERVE ECODESIGN IN STATE FOREST OF IRON PAU (AREIA/PB)

**ABSTRACT:** This study was conducted in a remnant of Atlantic Forest in the Greater Region of Paraíba Agreste, in Areia - PB. The objective of the research was to assess the environmental conditions of the State Ecological Reserve of the Pau Ferro Mata and analyze the importance of avoiding environmental degradation of its natural resources. In addition to proposing a link between preservation and socialization through an ecodesign interface and minimize their problems. The study relies on the analysis of concepts and data on the subject, field observations and questionnaires to the natives on the outskirts of the Reserve. The data obtained show that it presents problems as regards the preservation, lack of control of the environmental agency area manager and human intervention.

**KEYWORDS:** Atlantic forest; Environmental degradation; Preservation.

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o desmatamento no Brasil ocorreu de forma muito intensa, desencadeando problemas e impactos ambientais de diferentes magnitudes. A Mata Atlântica está entre os biomas brasileiros mais ameaçados, incluindo-se aí as florestas serranas do interior do Nordeste. Atualmente, o que temos para ver e conhecer da antiga Mata Atlântica são apenas 7% do que restou. Seu território original passa por 17 Estados brasileiros, incluindo as maiores metrópoles do país, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba, em um espaço total onde habitam mais de 108 milhões de pessoas, agregando três mil municípios (DANTAS, 2015).

Na Paraíba temos a Reserva Ecológica Estadual Mata do Pau Ferro distante aproximadamente 5 km da cidade de Areia na Paraíba. Com uma altitude de 600 metros, a área foi adquirida pelo Estado em 1937. Constitui um dos últimos remanescentes da Mata Atlântica do Nordeste, ela funciona como um refúgio para animais ameaçados de extinção como exemplo o pássaro pintor e a cobra jararaca. Nesta Reserva encontramos inúmeras trilhas com grandes árvores e diversos tipos de plantas.

A crescente preocupação com as questões ambientais tem incentivado governos, organizações públicas e privadas, universidades, sociedades e designers que também podem contribuir para minimizar o impacto através de práticas que vise o desenvolvimento

sustentável com base da aplicação dos 5Rs. Conceito que tem a visão de anteceder a sustentabilidade antes da concepção do produto, fazendo que suas partes Retorne, componentes ou o todo seja Reusado ou reciclado, Reduzir matérias-primas ou componentes, Reusar subsistemas para facilitar desmontagem e manutenção através de encaixes e Reciclar parte ou todo, redução de materiais, uso de materiais renováveis e redução de peças e sistemas de união (PLATCHECK, 2012).

Diante desta crescente preocupação com uma melhor qualidade ambiental, novas ferramentas de gestão ambiental como o ecodesign surgem para auxiliar no desenvolvimento de um modelo de produção que, além de economicamente viável, seja sustentável. O ecodesign busca principalmente a “minimização dos impactos ambientais durante todo o ciclo de vida de um produto sem comprometer, no entanto, outros critérios essenciais como desempenho, funcionalidade, estética, qualidade e custo” (GUELERE FILHO et al., 2008).

Algumas soluções dadas por essas ferramentas é o exemplo da Indústria Bambuzeira Cruzeiro do Sul que utiliza bambu para fabricar cerca de três mil cabides por mês com embalagem de papel reciclado de bagaço da cana-de-açúcar (BAMCRUS, 2014). Em outro seguimento da indústria, a Cepasa é uma empresa pernambucana de celulose, ela utiliza o bambu como matéria prima para produzir embalagens de produtos para diversas empresas nacionais. A citada fabrica transforma suas embalagens descartadas em matéria prima para realimentar a cadeia produtiva, essas atitudes, demonstram que é possível contribuir para minorar os impactos no ambiente (CEPASA, 2014).

O Ecodesign é uma concepção abrangente de design que leva principalmente em consideração o fator ambiental ao longo da vida do produto, de forma a reduzir o impacto ao meio ambiente. A aplicação do Ecodesign como ferramenta minimizadora do impacto ambiental na Reserva da Mata do Pau Ferro consiste em propor práticas eficientes dentro da percepção e visão sistêmica dos impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida dos produtos, incorporando práticas sistematizadas que possibilitem resultados duradouros e ações articuladas mediante o esforço contínuo para criar as condições favoráveis ao equilíbrio entre os processos produtivos, os produtos e a sustentabilidade.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as condições ambientais da Reserva Ecológica Estadual da Mata do Pau Ferro, bem como fazer o levantamento dos dados de natureza socioeconômica dos moradores de seu entorno e identificar os aspectos do Ecodesign que possa ser aplicadas nas áreas de visitação da reserva com proposta sustentável.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho utilizou uma metodologia baseada em três fases importantes para seu desenvolvimento. A primeira foi realizada assim: visitas na Reserva com intuito de coletar informações sobre estado geográfico, ambiental e sócio - econômica, que consistiu em dados de sua posição geográfica, dimensões, clima, fauna e flora. Essa etapa utilizou-se o método de (PIGOSSO, 2008) ele afirma que esses fatores são essenciais para um estudo mais adequado sobre a área em questão e a integração do ecodesign ao desenvolvimento de produto. Observações e registros de imagens no local, pesquisas na internet e literatura foram outras fontes que complementaram essa etapa.

Na segunda fase da metodologia foi realizada uma entrevista com os nativos do entorno da Reserva, com a finalidade de entender a interação destes com o ambiente. A entrevista foi feita através de um questionário, que resumidamente suas perguntas, foram baseadas em: qual o impacto dos resíduos gerados pela comunidade, como os recursos naturais são utilizados no seu dia-a-dia e se existem os mesmos recursos naturais comparado a um tempo passado.

Na terceira fase correspondeu ao ecodesign, foi feito um estudo dos recursos naturais que podem ser utilizados como matéria-prima para o design de produtos. A metodologia utilizada de Platchek (2012a) auxiliou esse trabalho: (a) analisar a existência de espécies tombadas naturalmente visando conhecer sua natureza, relações, entendendo como massa orgânica e suas propriedades possam servir como matéria prima para o desenvolvimento de produtos; (b) elaborar alternativas através de técnicas criativas (Brainstorming, método 635 e caixa morfológica) conforme seja a demanda do design de escadas, quiosques, placas de identificação, bancos, cercas, etc. (c) determinar critérios e parâmetros para a escolha da alternativa e detalhar tecnicamente (dimensões, processo, etc) o produto.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Conforme as pesquisas na literatura, observou-se que a área de estudo situa-se na Mesorregião do Agreste Paraibano no município de Areia, entre os paralelos 06°57'48" e 06°59'43" de latitude Sul e os meridianos 35°44'03" e 35°45'59" de longitude Oeste, perfazendo uma área aproximadamente de 608 (ha). E o tipo climático da mesma predominante da região é quente e úmido durante os meses de abril e julho, no qual representa

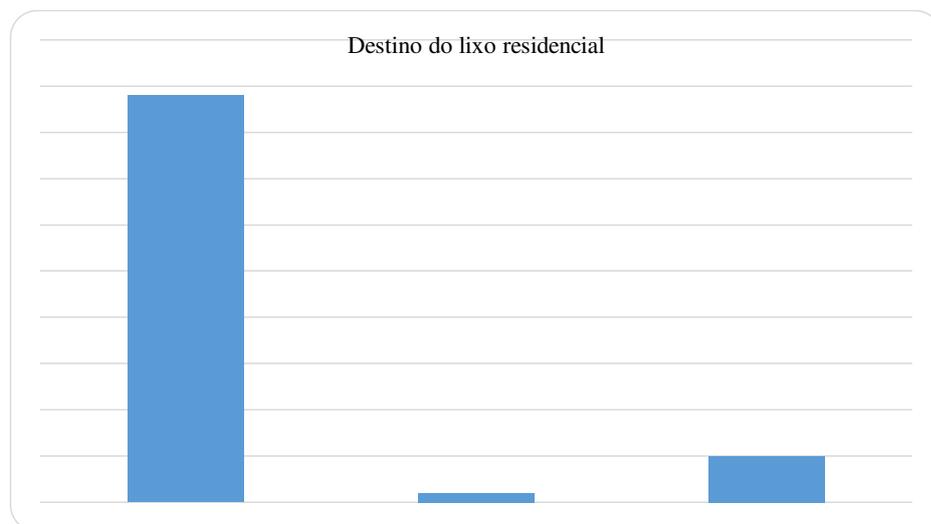
a época mais favorável à ocorrência de chuvas no local. As temperaturas tornam-se mais amenas, com valores climatológicos entre 18 °C e 29 °C (AESA, 2014).

Em outro momento, após visitas no local, observou-se relevos ondulados, terra argilosa e fértil, córrego e olho de água em vários pontos da reserva, situações que resistem a ação do homem. Essas comprovações indicam que a reserva mantém as características da mata atlântica, aspectos que estão descritos na definição do Ministério do Meio Ambiente (2014), a Mata Atlântica possui um relevo caracterizado como ondulado, solos profundos, fortemente drenados, ácidos e fertilidade natural média. Nas elevações ocorrem os solos litólicos, rasos, textura argilosa e com média fertilidade. Nos vales dos rios, ocorrem os planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos e alta fertilidade.

Com aplicação de questionários, entrevistas e observações diretas com às famílias que moram na periferia da Reserva, e outros como estudantes e condutores de turismo que se beneficiam de forma indireta, obteve-se os seguintes resultados para os resíduos e retirada de espécies da flora:

Observou-se que o lixo residencial produzido pelos moradores da periferia da Reserva, correspondem aos seguintes valores, abaixo (Figura 1):

Figura 1- Destino do lixo residencial produzido pela população que reside na periferia da Reserva

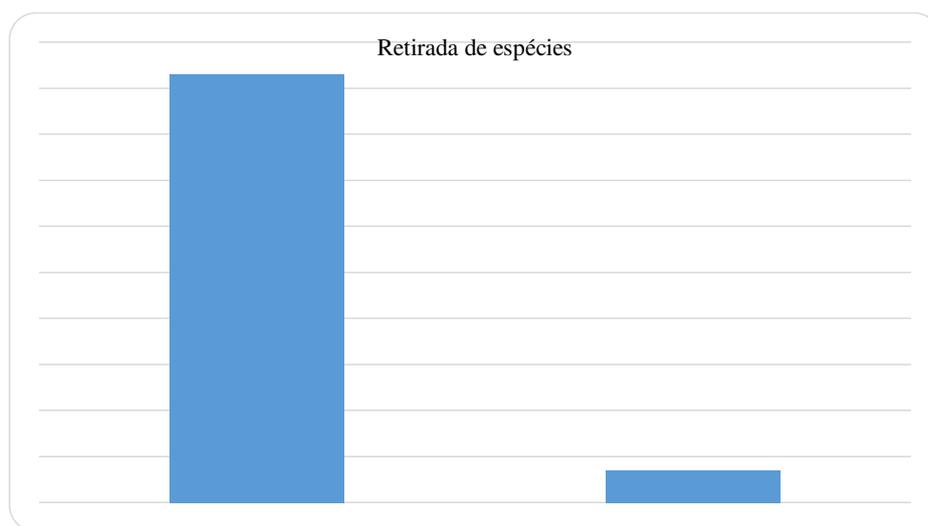


Constatou-se que os nativos estão mais conscientizados com o descarte correto do lixo residencial. A Prefeitura Municipal de Areia, disponibilizou diversos baldes na pe-

riferia da Reserva para que os moradores coloquem o lixo, essa ação favoreceu a diminuição do descarte indevido no interior do ambiente que atualmente corresponde a apenas 2%. Um total de 88% dos moradores, responderam que depositam o lixo nos baldes oferecidos pela Prefeitura e 10% ainda queimam o lixo residencial em seus quintais bem próximos a Reserva.

Observou-se a prática de retirada de espécies da flora e o transporte de madeira para comercialização, correspondem aos seguintes valores, abaixo (Figura 2):

Figura 2- Retirada das espécies da flora pelos moradores que residem na periferia da Reserva



Diante dos resultados obtidos, constatou-se que os nativos embora possuam uma fonte de energia alternativa, o uso de gás butano (fogão a gás), algumas espécies da Reserva são utilizadas como fonte de energia para cozinhar. Além dessas retiradas, a Reserva sofre com o desmatamento em suas extremidades por outras comunidades próximas, resultando no geral um percentual de 7% de desmatamento. Esta situação indica falta de proteção e denota a necessidade de ter uma maior vigilância ambiental.

O desenvolvimento de produtos com ecodesign, baseado nas 8 ondas Platcheck (2012b) traz aspectos importantes que são educativos, social e ambiental que evitem perdas de áreas verdes, e conseqüentemente contaminação do solo e dos mananciais hídricos.

As áreas desmatadas deram lugar ao cultivo de subsistência ou foram ocupadas por pasto, sendo perceptível o processo de degradação resultante da erradicação de espécies nativas.

Figura 3 – Área de pastagem de animais no interior da reserva



Fonte: Arquivo dos autores

Embora legalmente instituída a Reserva Ecológica Estadual Mata do Pau Ferro possui problemas que não são diferentes de outros ambientes. Vastas áreas de matas ciliares, principalmente aquelas ocorrentes em várzeas, foram desmatadas para dar lugar a culturas agrícolas. Foi constatado a presença de habitações, descarte de lixo inorgânico, atividades de desmatamento, pastagem e a falta de controle de que entra e sai da Reserva.

O Ecodesign, como modelo de gestão ambiental, proporciona uma forma de realizar inovações sistematicamente, de modo que busca sempre eliminar os problemas antecipadamente e esse aspecto é importante para os problemas apresentados. Além do mais, esse conceito pode se desdobrar em diferentes formas, dependendo dos objetivos que se deseja alcançar, tais como: aumentar o percentual de material reciclada (utilizar a madeira derubada pela natureza como matéria prima), reduzir o consumo de energia (fabricar os produtos no local) e facilitar a reposição (utilizar outras espécies) (BARBIERI, 2007).

Para atingir os objetivos deste trabalho, observou-se que na Reserva Ecológica Estadual Mata do Pau Ferro possui diversas espécies na sua flora que podem servir de matéria-prima para o desenvolvimento do design de produtos, conforme seja a demanda.

Dentre as espécies em abundância na Reserva tem-se o Jatobá que em tupi significa

árvore do fruto duro. Uma madeira classificada de boa densidade (0,96 g/cm<sup>3</sup>) (CARVALHO, 2004), apresenta dispersão ampla e irregular, nasce em solos bem drenados, atinge uma altura entre 6 a 9 m e tem diâmetro do tronco de 30 a 50 cm. Essas características permitem que a madeira seja moderadamente fácil de trabalhar, podendo ser aplainada, colada, parafusada e pregada sem problemas, além de apresentar resistência para toronar e faquear. E assim, essa espécie é ideal para o desenvolvimento de degraus, caibros, ripas, bancos, vigas, cercas, obras de torno e batentes (FREIRE, 2013).

Os critérios para a escolha das alternativas desenvolvidas para uma demanda de design de um produto serão as oito Ondas do Ecodesign descritas abaixo Platcheck (2012c):

- 1- O projetista deve projetar conforme requisitos ambientais;
- 2- Seleção de Materiais apropriados e que resultem em menor impacto ao ambiente;
- 3- Redução de Materiais: dimensões do produto, reduzir volume;
- 4- Otimizar técnicas de produção;
- 5- Sistema de distribuição: embalagens retornáveis, evitar materiais desnecessários;
- 6- No uso do produto, o projeto deve prever redução no consumo de energia, água ou materiais auxiliares;
- 7- Desenvolver produtos com adequado tempo de utilização;
- 8- Considerar possibilidades de reutilização, reprocessamento e reciclagem de todo o produto ou partes do material.

## CONCLUSÕES

As atuais áreas de conservação de Mata Atlântica são somente pequenos remanescentes do que foi antes uma grande floresta. O que podemos fazer é tentar aprender com os erros do desenvolvimento de nossas sociedades. Nesse aspecto, não podemos deixar que uma floresta com o porte do que é ainda hoje os remanescentes desapareçam em meio a concreto, indústrias, poluição, superpopulação e campos imensos de agricultura monocultora de exportação: a pura manifestação do desenvolvimento insustentável do ser humano. Nesse sentido, o estudo da História da Mata Atlântica pode trazer às pessoas o potencial de conhecimento necessário para o aprimoramento de nossa relação com toda a natureza.

A Reserva Ecológica Estadual Mata do Pau Ferro merece a devida atenção dos habitantes de sua periferia, assim como, da comunidade em geral, para sua preservação adequada pelos órgãos competentes de gestão ambiental.

E importante a sensibilização e a conscientização do público para a preservação da Reserva no sentido da melhoria da qualidade de vida daqueles que habitam em seu entorno como também o meio urbano.

A importância de áreas verdes é condição fundamental de sobrevivência do homem neste planeta, sendo certo somente no presente século as comunidades começam a sentir sua alarmante diminuição. A criação e implantação dessas áreas através de parques e recursos biológicos é um caminho para a solução desse problema.

O Ecodesign vem representar as práticas relativas aos projetos que se preocupem com o meio ambiente, que visam incentivar a criatividade e a inovação, prevenindo e reduzindo os impactos negativos, ao longo do ciclo de vida do produto. As linhas de pensamento do ecodesign buscam produtos sustentáveis através do estudo do ciclo de vida do produto, analisando como podem ser diminuídos os impactos em cada caso. O ecodesign é, acima de tudo, o reconhecimento de que devemos aproximar-nos novamente da natureza e aprender ou reaprender dela os seus processos naturais e aplicá-los quando possível ao mundo material e artificial do homem.

Devemos pensar que o Ecodesign pode ajudar a suprir (em muitos casos) a falta de informações e preparo do público em geral a respeito de procedimentos ambientalmente corretos. Visto que não somente procura minimizar os impactos dos produtos na fase de sua elaboração, mas se preocupa também na sua utilização e na gestão de seus resíduos. Além da medida em que prevê o elemento antrópico (ou seja, a atuação humana), colabora para a redução dos impactos também nas fases sujeitas ao comportamento humano, podendo exercer, inclusive, um papel educativo a esse respeito, com a adequada comunicação.

## REFERÊNCIAS

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2.ed. Atual e ampliada. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARBOSA, M. R. de V.; AGRA, M. de F.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CUNHA, J. P. da; ANDRADE, L. A. de. Diversidade florística na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. In:

PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 111-122. (Série Biodiversidade, 9).

BAMCRUS. Disponível em: <<http://www.bamcrus.com.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – Notícias**. Dezembro/2001, Brasília: MMA, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

CARVALHO, Paulo Ernani. **Madeira do Jatobá: Espécie adequada para a construção de móveis**. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=664&subject=Madeira](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=664&subject=Madeira)>. Acesso em: 26 nov. 2015.

CEPASA, Celulose e Papel Pernambucana. Disponível em: <<http://publicacoes.findthecompany.com.br/l/149708588/Celulose-e-Papel-de-Pernambuco-S-A-Cepasa-em-Jaboatao-dos-Guararapes-PE>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

CONAMA. **Resolução 5/93**. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/portal-web/hp/9/Docs/rsulegis\\_03.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portal-web/hp/9/Docs/rsulegis_03.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2015.

DANTAS, Tiago. **"Situação atual da Mata Atlântica"**; Brasil Escola. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/brasil/mata-atlantica-1.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

**Dossiê Mata Atlântica (2001)**. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/54.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

FREIRE, Adriano Galdino. Agroecologia na Borborema. **Plantar árvores para colher no futuro**. Esperança: Gráfica JB, 2013.

GUELERE FILHO, A. et al. Ecodesign: Métodos e Ferramentas. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Rio de Janeiro – RJ: ENEGEP, 2008.

IB FLORESTAS. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/mudas-nativas-e/38-mata-atlantica/150-por-que-preservar-a-mata-atlantica.html>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

NASCIMENTO, L. N.; BENZKE, C. S. Ecodesing. In: JÚNIOR, A. V.; DEMAJOROVIC, J. **Modelos e ferramentas de Gestão Ambiental**. Ed. Senac. São Paulo, 2006.

PENEDA, C.; FRAZÃO, R. **Ecodesign no desenvolvimento dos produtos**. Lisboa: Instituto Nacional de Engenharia e tecnologia Industrial, 1994.

PERSPECTIVAS CLIMATICAS – Período: Abril a Julho de 2014. **Estação chuvosa do setor leste paraibano (Brejo)**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/verNoticia.php?cod=928>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

PIGOSSO, D.C.A. **Integração de métodos e ferramentas do ecodesign ao processo de desenvolvimento de produtos**. 2008. 166 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. **Design Industrial: metodologia de EcoDesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2012.

RINALDI R. R.; LIMA. G. S. Unidades de conservação: estratégia de proteção da Mata Atlântica. **Revista ação ambiental**, ano VI, n. 25, p. 13, 2003.

SILVA, M. C. **Geoprocessamento aplicado à análise ambiental na Reserva Ecológica Estadual da Mata do Pau Ferro, Areia – PB**. 2002. 36f. Monografia (Graduação em Geografia). Centro de Educação, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Campina Grande. 2002.

VICENTE, J. et al. Ferramentas de Ecodesign: Uma Base para Operacionalizar o Design Sustentável. In: VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM DESIGN. **Anais...** Lisboa – PO: CIPED, 2011.



# DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO ALIMENTAR DOS HABITANTES RURAI DA MICROBACIA RIACHO DAS PIABAS, ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

Veneziano Guedes de Sousa Rêgo <sup>1</sup>, Jogerson Pinto Gomes Pereira <sup>2</sup>  
e Soahd Arruda Rached Farias<sup>3</sup>

**RESUMO:** As nascentes da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas, na Serra da Borborema (PB) integram os municípios de Puxinanã, Lagoa Seca e Campina Grande. A área particulariza-se como fonte de água doce para a cidade de Campina Grande desde tempos imemoriais. Ela compreende território rural e periurbano associado. No território rural o modo de vida apresenta descontinuidade, já no espaço periurbano, se localizam os resquícios da Mata do Louzeiro, protegida por Lei Orgânica, “poemas e teorias”, tem sobrevivido graças ao seu dinamismo próprio, doravante toda pressão de ocupação não planejada. Nesse sentido, buscou-se instituir a presente pesquisa para conhecer o modo de vida alimentar dos moradores (periurbano/rurais) desse trecho do sistema hidrográfico, no intuito de inferir sobre o aspecto nutricional e de preservação ambiental. Buscou-se extrair elementos da adaptação da metodologia proposta por Baracuhy (2001) e dos questionários estruturados aplicados aos residentes do local por Sousa (2010). De antemão, os depoimentos dos entrevistados relataram dependência dos principais itens da cesta básica, mudança na dieta alimentar, precariedade na assistência médica e odontológica e insuficiência de atenção técnica nutricional. Com base nos dados pode-se concluir que existe forte demanda para discussão e implantação de modos de produção ecologicamente corretos junto aos moradores das nascentes da microbacia hidrográfica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos alimentares; Alimentação saudável; Educação ambiental.

---

<sup>1</sup> Biólogo, Msc. Doutorando em Recursos Naturais pela UFCG. e-mail: venezianosousa@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor da UFCG/ Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola. e-mail [jogerson@deag.ufcg.edu.br](mailto:jogerson@deag.ufcg.edu.br).

<sup>3</sup> Professora da UFCG/Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola. e-mail soahd.rached@gmail.com.

## **DIAGNOSIS AND PROGNOSIS OF FOOD RURAL POPULATION OF THE CREEK WATERSHED PIABAS, PARAÍBA STATE, BRAZIL**

**ABSTRACT:** The headwaters of Basin Creek Watershed of Piabas, Sierra Borborema (CP) comprise the municipalities of Puxinanã, Lagoa Seca and Campina Grande. The area is particularized as a source of fresh water for the city of Campina Grande since time immemorial. She understands rural and suburban territory associated. In rural areas the lifestyle shows discontinuity, as in periurban space, are located the remnants of the Mata Louzeiro, protected by Law, "poems and theories", has survived thanks to the dynamism of its own, now all the pressure of unplanned occupation. (suburban / rural) this stretch of river system in order to infer about the nutritional aspect and environmental preservation. We tried to extract elements of adapting the methodology proposed by Baracuhy (2001) and structured questionnaires applied to local residents by Sousa (2010). Beforehand, the testimonies of respondents reported dependence of the main items of the basket, change in diet, poor medical care and dental care and insufficient nutritional technique. Based on the data we can conclude that there is strong demand for discussion and implementation of environmentally friendly production methods with residents of the headwaters of the watershed.

**KEY WORDS:** Food resources; Healthy eating; Environment education.

### **INTRODUÇÃO**

As nascentes da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas estão localizadas na Serra da Borborema (PB) e integram geopoliticamente os municípios de Puxinanã, Lagoa Seca e Campina Grande. A área particulariza-se como fonte de água doce para a cidade de Campina Grande desde tempos imemoriais. Ela compreende território rural e periurbano associado. É nesse último trecho que localizam os resquícios da Mata do Louzeiro em Campina Grande, que tem sobrevivido graças ao seu dinamismo próprio, doravante toda pressão de ocupação não planejada.

Trabalhou pioneiramente as nascentes da microbacia Sousa (2003) quando diagnosticou “vulnerabilidade do sistema biótico em relação ao antropismo, descumprimento da legislação ambiental vigente, tendência de extinção das espécies [...] e emergentes exigências de controle dos órgãos competentes, da comunidade científica e sociedade civil na conservação da ambiência”.

Observou Sousa (2006) “redução nas áreas de vegetação nativa quando comparadas com registros realizados por outros trabalhos. Afirmou que tal realidade compromete a biota local e modifica, os padrões abióticos, com implicações crescentes na qualidade de vida dos habitantes locais e de entorno”.

O estudo de avaliação de impacto ambiental com aplicação do método *Check List* feito por Lima (2008) afirmou que “a questão ambiental na área define o conjunto de contradições resultantes das interações internas humanas ao sistema social e deste com o meio envolvente, tendo por desafio a conscientização do Poder Público no que se refere a sua obrigação e dever de proteger o meio ambiente, assim como da população quanto à revelia da degradação do patrimônio ambiental existente e não preservado, o que implica comprometimento da qualidade de vida no presente e para a sustentabilidade das gerações futuras”.

No entendimento à apreciação geral destes dados pode-se afirmar que se nada for feito para se evitar o esgotamento da ambiência e com ela, todo modo de vida rural. Diante do fato, torna-se urgente aprofundar evidências autênticas da realidade mais imediata. E, este trabalho constitui-se em uma pesquisa realizada junto aos moradores das nascentes do Riacho Piabas (PB) tratando-se de investigar as condições basilares da alimentação, as possíveis modificações e a perspectiva do desenvolvimento de práticas voltadas à educação ambiental, rumo a melhores níveis de sustentabilidade e segurança alimentar.

Considerada a ausência de políticas públicas específicas, apresentou-se como hipótese ser possível superar os obstáculos através de soluções construídas pelos próprios moradores, e.

Percebe-se que a iniciação do conhecimento ecológico contextualizado à discussão da matriz alimentar local, mediante ampliação da visão histórica, social, cultural e econômica da localidade, constitui base a processos educativos voltados para a formação ambiental.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização e localização da área de estudo**

As cabeceiras do Riacho das Piabas favoreceram o abastecimento de água para o aldeamento dos índios Ariús preliminarmente, e o represamento de suas águas com o Açude Velho (Campina Grande) posteriormente, atendeu a expansão da Vila Nova da Rainha (denominação inicial de Campina enquanto ainda era vila) até a sua elevação à categoria de cidade (CAMPINA GRANDE, 2007).

O segmento rural/periurbano de microbacia, segundo Sousa (2003) apresenta topografia variada que abriga ecossistemas fisicamente heterogêneos. No meio aquático, olhos

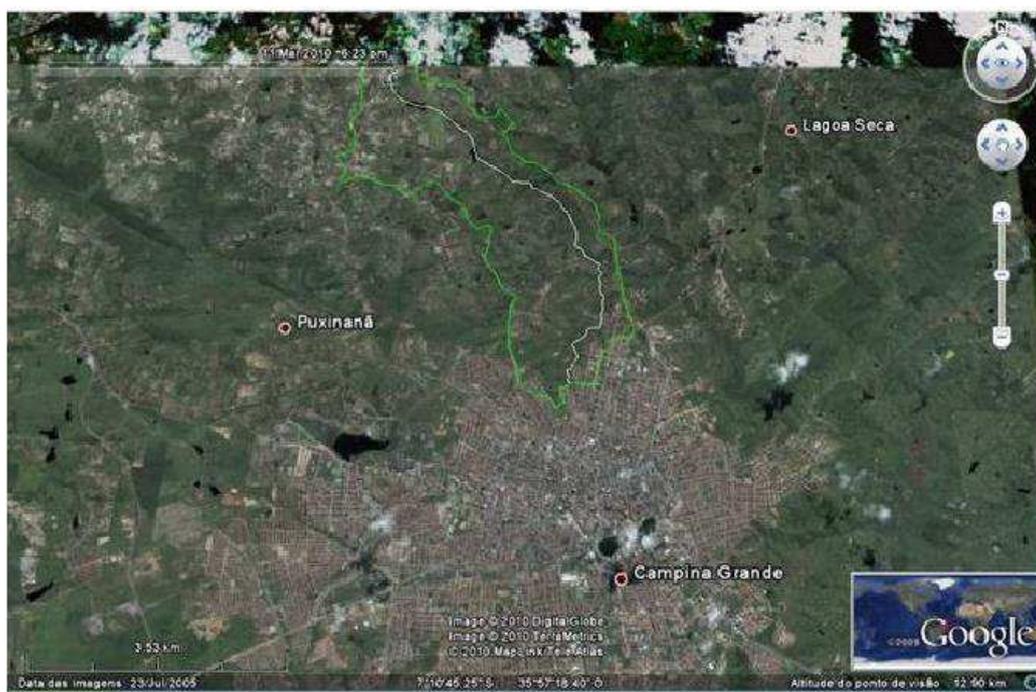
d'água, várzeas, açudes, riachos e pequenos reservatórios a exemplo de lagoas, barreiros, cacimbas. No meio terrestre predomina vegetação nativa e frutífera, além de inúmeros constituintes da fauna.

Até pouco tempo (1980) essa localidade alimentou a população urbana com fruteiras, pecuária, roçados de policultivo e água doce, sendo registrada na literatura histórica sua vocação potencial de segurança hídrica, principalmente para a Cidade de Campina Grande.

A área de estudo está localizada a 120 km da capital do Estado da Paraíba, João Pessoa, no Nordeste do Brasil, entre as coordenadas de latitude 7° 09' 10" e 7° 11' 57" S e longitude 35° 54' 51" e 35° 52' 46 W. Esses pontos são referentes as nascentes de água doce da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas, geopoliticamente integrante dos municípios Puxinanã, Lagoa Seca e Campina Grande (Figura, 1).

Conforme Sousa (2010) a vegetação das nascentes é de transição entre microrregiões de climas variados. A paisagem é predominantemente verde e bem arborizada, típica de brejo nas partes mais baixas do planalto e, nas partes mais altas paisagens do agreste com árvores menores, pastagens e paisagens do Cariri, com áreas de vegetação rasteira, próprias de clima seco. O solo dominante é do tipo Regosol que tem propriedade de favorecer ocorrência de águas conhecidas como “água doce”.

Figura 1- Imagem Google Earth 2009 adaptada para identificar pontos limítrofes da área de estudo (tracejado em verde) e rede hídrica principal (tracejo em branco)



Fonte: Sousa (2010)

Conforme lido e confirmado pela observação se registrou imagens de aspectos nativos dessa ambiência nas cabeceiras do Riacho das Piabas, para melhor análise e detalhamento dos resultados (Figuras, 2 e 3).

Figura 2- Limite entre a Reserva do Louzeiro e o centro de Campina Grande.

Fonte: imagem dos autores



Figura 3- Roçado de subsistência na área de estudo. Imagem dos autores



As propriedades onde foram entrevistados seus proprietários apresentaram cobertura verde variada e agravos a sustentabilidade, a ponto de ser considerado presença de fenômenos relativos a desertificação.

### **Metodologia da pesquisa**

A estratégia proposta para conhecer e avaliar a pirâmide alimentar dos moradores das nascentes da Microbacia Riacho das Piabas (MBHRP) ocorreu no período entre setembro de 2009 a fevereiro de 2010. A estratégia se baseou em quatro pontos principais de análise:

- (a) Localização das propriedades (onde foram entrevistados seus proprietários);
- (b) Extração de elementos de questionários aplicados aos residentes por Sousa (2010), conforme metodologia proposta por Baracuhy (2001) baseado em Rocha (1997);
- (c) Comparação e construção de pirâmide alimentar;
- (d) Dedução do prognóstico para sustentabilidade alimentar no território da MBHRP.

Na etapa (a) previamente se articulou várias técnicas, como a pesquisa bibliográfica do contexto local e depois a observação e conseguinte reconhecimento da área de estudo e por imagens de satélite disponibilizadas através da rede mundial de computadores. Seguidamente, foram feitas as primeiras visitas à região associando a observação participante e o registro de imagens do cenário real, foram identificados na macropaisagem natural às edificações, propriedades, estradas e os recursos hídricos.

Nessa fase houve o reconhecimento dos principais líderes, tendo sido feita entrevistas abertas com esses atores e, a coleta dos pontos limítrofes do perímetro da microbacia através de GPS.

Para a construção do questionário (b) foram consideradas as adequações de campo conjuntamente com a proposta dos alunos do curso de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola da UFCG (disciplina de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas, período de 2008.1) que nivelaram os valores máximos das variáveis metodológicas para um único valor 10. Convencionaram-se, portanto, as variações nos escores para cada indicador desde o valor mínimo 1 para a melhor situação, até o valor 10 para a situação indesejável.

O número de propriedades visitadas, obedeceu relação estipulada por Rocha (1997) que estabelece o número ideal de visitação na microbacia, de acordo com o número de propriedades, através da expressão:

$$n = \frac{3,841 \times N \times 0,25}{(0,1)^2 \times (N - 1) + 3,841 \times 0,25} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

n = número de visitas feitas pelo pesquisador;

3,841 é a constante do valor tabelado proveniente do qui-quadrado;

0,25 é a variância máxima para o desvio padrão de 0,5;

0,1 é o erro (10%) escolhido pelo o pesquisador;

N é o número total de casas (moradias) na unidade considerada.

A adaptação dos questionários observou Baracuhy (2001) quando aplicou de forma pioneira a metodologia proposta e permitiu afirmar que os questionários devem ser elaborados para a realidade do local.

Adotou-se a moda dos escores levantados, com o fim específico de obter a resposta mais frequente pela população entrevistada.

A análise da variável alimentar (disponibilidade de alimento) foi trabalhada com sete valores ponderados (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) associados a sete alternativas (muito alto; alto; médio alto; médio; médio baixo; baixo; muito baixo). Avaliou o consumo de alimentos durante os dias da semana e registraram-se quantas vezes cada família alimenta-se dos gêneros mensurados no código dos itens 3.1 ao 3.17. A informação anotada na coluna “V.P atribuir” da tabela 1 foi nivelada com a linha da coluna “dias/semana” estendendo à leitura (na mesma linha) pelas colunas “alternativas” e “V.P” (valor ponderado).

Apresenta-se o questionário alimentação (segmento do diagnóstico socioeconômico e ambiental) em forma de tabela para observação das ponderações às variáveis de nutrição dos moradores das nascentes do Riacho das Piabas (Tabela 1).

Tabela 1- Fator social. Alimentação - variável disponibilidade de alimentos

<b>CÓDIGO</b>	<b>TODOS OS ITENS</b>	<b>V. P (atribuir)</b>	<b>DIAS/ SEMANA</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>V. P.</b>
3.1	Consumo de leite e derivados (queijo, iogurte, coalhado, doce, nata...).		7	Muito alto	1
3.2	Consumo de carne (bovino, caprino, ovino, suíno, aves...).		6	Alto	2
3.3	Consumo de frutas		5	Médio alto	3
3.4	Consumo de legumes/verduras		4	Médio	4
3.5	Consumo de batata doce/ macaxeira / inhame		3	Médio baixo	5
3.6	Consumo de ovos		2	Baixo	6
3.7	Consumo de massas (macarrão, pizzas...).		1	Muito baixo	7
3.8	Consumo de arroz e/ou feijão		04 vezes mês	Esporádico	9
3.9	Consumo de peixes		Nenhum	-	10
3.10	Consumo de caça				
3.11	Consumo de café/chá				
3.12	Consumo de cuscuz e outros				

	derivados do milho: bolo/angu/xerém/mugunzá.	
3.13	Consumo de pão/bolacha/biscoito/bolo de trigo	
3.14	Consumo de rapadura/doce	
3.15	Consumo de macaxeira	
3.16	Consumo de farinha de mandioca/tapioca e derivados	
3.17	Bebida alcoólica (leitura de valores invertida)	

Fonte: Baracuhy (2001) adaptada à realidade das nascentes MBHRP.

Aplicaram-se os questionários e os dados foram tabulados em planilha de cálculo (Windows e Excel da Microsoft, versão 97-2003) agrupando-se os códigos e considerando aqueles mais frequentes (de maior ocorrência, ou seja, a “moda”) a partir das respostas da população entrevistada.

A comparação e construção da pirâmide alimentar (c) observou o registro dos itens alimentícios de uso comum entre os moradores das nascentes do Riacho das Piabas e a observação das instalações rurais/periurbana. Foi acionada, ademais, a subjetividade para os sinais e dispositivos críticos que movimentam o exercício da cidadania no tocante a segurança alimentar e revisão da literatura especializada.

Para a dedução do prognóstico de sustentabilidade alimentar (d) buscou-se favorecer ações mitigadoras e/ou compensatórias que minimizem a magnitude dos agravos diagnosticados, podendo servir de balizamento para políticas públicas específicas, para fortalecimento de processos de educação ambiental (na localidade), pesquisas de programas (federais, estaduais e municipais) e servindo ainda de base para adequação da legislação em vigor.

A sistematização dos resultados foi feita no Laboratório Interdisciplinar de Ciências e Tecnologias Agroambientais (LICTA) da UFCG e aperfeiçoada em encontros nas associações e escolas públicas do entorno. Durante os eventos a comunidade pôde opinar e conhecer detalhes técnicos da pesquisa e da metodologia de manejo integrado de bacia hidrográfica.

Pretendeu-se que as propostas de ações (prognósticos) concebidas para a microbacia, no seu contexto socioeconômico, tecnológico e ambiental, fossem disponibilizadas à

reflexão e conhecimento das associações locais, coletividade e tomadores de decisão.

Utilizou-se nesta etapa de trabalho, máquina digital de áudio e vídeo, binóculo e GPS além do uso de *softwares* disponíveis na rede mundial de computadores, em especial Google Earth, 2009.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Localização das propriedades onde foram entrevistados seus proprietários**

Partiu da proporcionalidade direta do espaço geográfico inserido nas nascentes pelos municípios integrantes e obedeceu a relação estipulada por Rocha (1997). A pesquisa foi realizada junto a 60 propriedades em que as famílias residentes responderam a um questionário estruturado.

No município de Puxinanã foram visitadas 15 propriedades e entrevistado 15 proprietários; em Lagoa Seca 20 propriedades e 20 proprietários; e em Campina Grande 25 propriedades e 25 proprietários (Figura, 4).

Nas propriedades, tanto a coleta dos dados como análise das respostas tiveram como orientação pressupostos que fundamentaram as abordagens qualitativas e quantitativas nutricionais, a fim de compreender o panorama desse sistema alimentar comunitário.

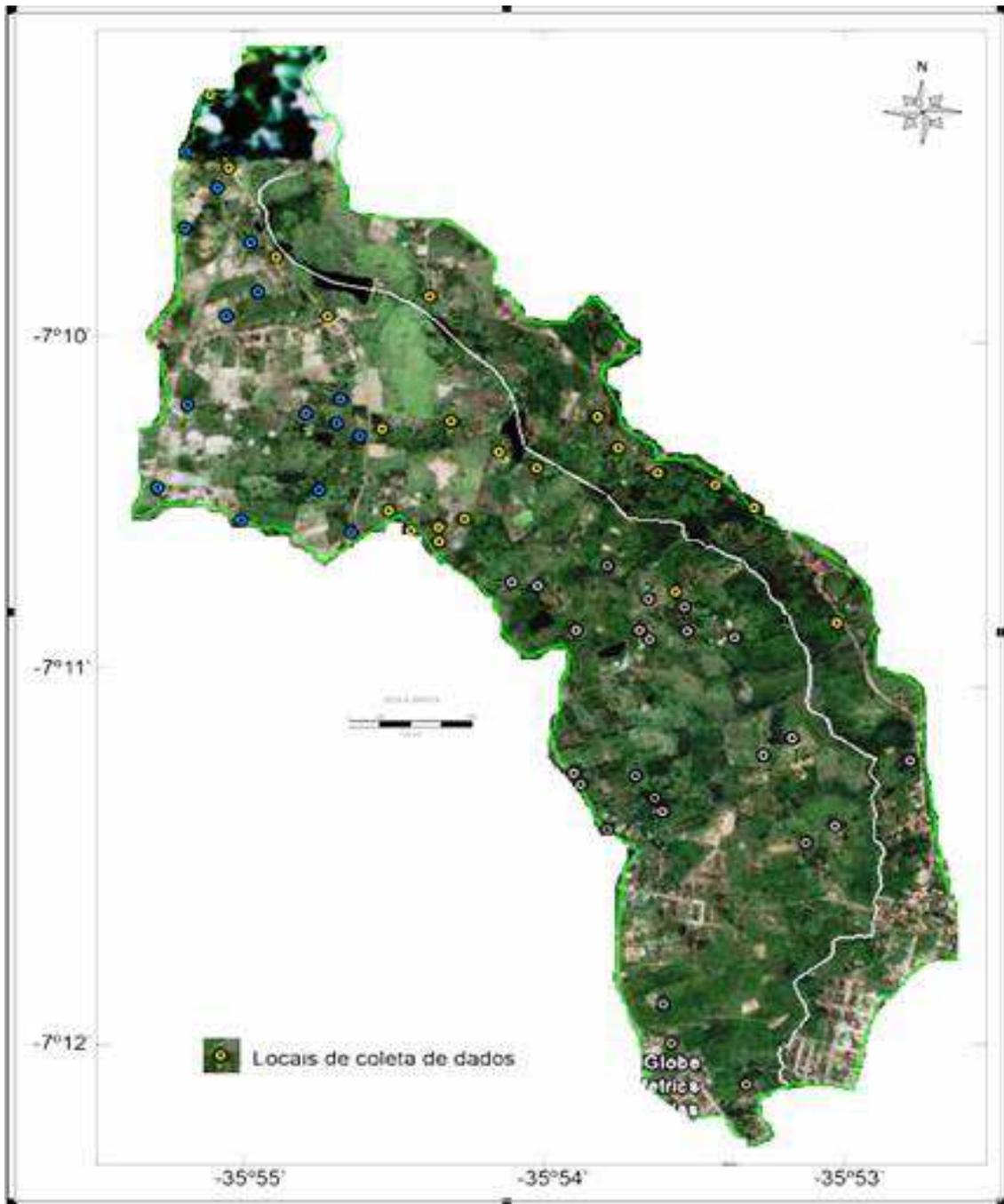
Verificou-se através da frequência de respostas dos entrevistados significativo registro de saberes senso comum da culinária local, mudanças na dieta alimentar dos atores em situação, bem como, a clara necessidade de intervenção e articulação institucional rumo a reeducação alimentícia e redução do desperdício na localidade.

### **Diagnósticos**

De modo geral os diagnósticos da área de estudo, como o conjunto de dados colhidos e apreciados, confirmaram através dos fatores (social, econômico, tecnológico e ambiental) agravos à ambiência nos trechos de nascente da microbacia hidrográfica Riacho das Piabas (MBHRP).

A investigação específica sobre a nutrição dos residentes permitiu conhecer através dos questionários na forma da tabela os principais alimentos do cotidiano camponês (rever em metodologia).

Figura 4- Mapa de localização das propriedades (Puxinanã em azul, Lagoa Seca em amarelo e Campina Grande em cinza) visitadas nas nascentes



Fonte: adaptado do Google Earht 3D (2009).

Org.: FERNANDES NETO, Silvana.

A partir das respostas da população entrevistada foi feita a tabulação dos dados que agrupou os códigos e considerou os mais frequentes. Utilizou o cálculo do modelo matemático (representado pela equação linear conhecida como equação da reta:  $Y = ax + b$  em que: Y é deterioração alimentar (%); a e b são coeficientes e x é o resultado da soma das

modas obtidas) que atestaram como resultado o índice geral de 29,41% de deterioração sobre a dieta nutricional dos residentes (Tabela 2).

Tabela 2- Diagnóstico da unidade crítica de deterioração social com ênfase para a variável alimentar no Riacho Piabas

DIAGNÓSTICO DO FATOR SOCIAL	Soma dos valores atribuídos no questionário			Equação da reta (Y = aX + b)		Deterioração encontrada
	Mínimo	Máximo	Valores encontrados na microbacia geral (X)	Valores de a	Valores de b	Y (%) microbacia geral
<b>Variável alimentar</b>	<b>17</b>	<b>170</b>	<b>62</b>	<b>0,654</b>	<b>-11,111</b>	<b>29,41</b>

Fonte: Sousa (2010)

De acordo com Rocha (1997) o máximo de deterioração de ambiência tolerável para cada divisão da bacia hidrográfica é de 10% (valor extraído da prática em projetos de manejo integrado de bacias hidrográficas no Sul do Brasil e recomendado por vários órgãos ambientais mundiais). Desse modo a deterioração sobre a dieta alimentar da microbacia do Piabas é alta, sendo sinal de que a destruição do meio ambiente tende a continuar auferindo prejuízos crescentes ao ambiente, caso não haja interferências externa.

Comparando a deterioração alimentar em outros trabalhos sobre bacias hidrográficas (Tabela, 3) listou-se Baracuhy (2001); Batista (2008); Santos (2009) e o do estudo atual do Riacho das Piabas (2010).

Tabela 3- Quadro comparativo de vários autores com relação ao diagnóstico social encontrado em microbacias hidrográficas do Estado da Paraíba

DIAGNÓSTICO ALIMENTAR					
FATOR SOCIAL	Variável	Índices de deterioração da ambiência segundo vários autores (%)			
		1	2	3	4
		<b>Alimentação</b>	63,00	42,86	58,33

- 1 Baracuhy (2001) em estudo na microbacia de Paus Brancos, município de Campina Grande/PB
- 2 Batista (2008) em pesquisa na microbacia do Serrote do Cabelo Não Tem, município de São João do Rio do Peixe/PB
- 3 Santos (2009) na microbacia do Oiti, município de Lagoa Seca/PB.
- 4 Estudo atual (2010) na microbacia do Riacho das Piabas, município de Campina Grande/PB.

Considerando que os questionários trabalhados pelos autores são similares e partiram do modelo apresentado por Rocha (1997) e realizadas as sucessivas adaptações, observou-se que os valores atribuídos nos questionários aplicados apresentam semelhanças e diferenças, podendo não refletir comparação quantitativa absoluta.

Quanto a variável alimentar Baracuhy (2001) relatou ausência frequente no consumo de alimentos essenciais como frutas, verduras, legumes e peixes que promoveu os valores para a deterioração de 63% em seu trabalho. No presente estudo da MBHRP foi observado itens semelhantes, no entanto, com discreto consumo durante o mês, o que reduziu a deterioração para 29,41%.

Sobre o que está entrando no cardápio da comunidade das nascentes do Riacho das Piabas, o estudo apontou que existe a necessidade dos tomadores de decisão questionar o bem-estar da culinária local, que ao mesmo tempo é parte da cultura, direcionando adoção de hábitos alimentares saudáveis e produzidos por eles mesmos.

De acordo com a constância de resposta dos entrevistados (Tabela, 4) os indicadores 1 e 7 foram os mais frequentes de moda geral.

Tabela 4- Frequência de resposta dos entrevistados das nascentes da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas com valores de moda dos indicadores da variável disponibilidade de alimentos

CÓDIGO	INDICADORES: NASCENTE DA MICROBACIA RIACHO DAS PIABAS	Mín	Máx	MODA GERAL	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5	Valor 6	Valor 7	Valor 8	Valor 9	Valor 10
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Fator Social - Variável Disponibilidade de Alimentos</b>														
3.1	Consumo de leite e derivados (queijo, iogurte, coalhado, doce, nata...).	1	10	1	31	1	5	1	3	7	9	0	0	3
3.2	Consumo de carne vermelha (bovino, caprino, ovino, suíno,...).	1	10	1	37	0	6	4	9	3	1	0	0	0
3.3	Consumo de frutas	1	10	1	39	1	11	3	6	0	0	0	0	0
3.4	Consumo de legumes/verduras	1	10	1	46	0	7	2	4	1	0	0	0	0
3.5	Consumo de batata doce/ inhame	1	10	7	3	0	0	2	4	6	39	0	0	6
3.6	Consumo de ovos	1	10	7	11	0	6	2	10	13	14	0	0	4
3.7	Consumo de massas (macarrão, pizzas...).	1	10	1	29	0	3	1	11	7	8	0	0	1
3.8	Consumo de arroz e/ou feijão	1	10	1	59	0	0	0	0	0	1	0	0	0
3.9	Consumo de peixes	1	10	7	0	0	2	2	5	6	38	0	0	7
3.10	Consumo de aves, galinhas (carne branca)	1	10	7	0	1	3	2	7	9	25	0	1	12
3.11	Consumo de café/chá	1	10	1	57	1	0	1	0	0	1	0	0	0
3.12	Consumo de cuscuz e outros derivados do milho: bolo/angu/xerém/mugunzá	1	10	1	24	0	4	5	12	9	5	0	0	1
3.13	Consumo de pão/bolacha/biscoito/bolo de trigo	1	10	1	45	1	2	1	8	1	2	0	0	0
3.14	Consumo de rapadura/doce	1	10	7	10	0	2	1	9	10	19	0	2	7
3.15	Consumo de macaxeira	1	10	7	3	0	0	1	2	5	37	0	1	11
3.16	Consumo de farinha de mandioca/tapioca e derivados	1	10	1	39	0	3	1	5	3	7	0	0	2
3.17	Bebida alcoólica (leitura de valores invertida)	1	10	10	13	3	2	1	2	1	18	0	0	20

Fonte: Sousa (2010).

A ingestão dos gêneros alimentícios da tabela destacou no item 3.5 o consumo de batata doce/inhame. As variedades de tubérculo lidas no valor 7 tem registro de 39 escolhas para seu consumo muito baixo e alcançou 64,74% de deterioração. Pode ser observado consumo muito alto apenas para 4,98% da população, consumo baixo para 9,98% e aqueles que não consomem as raízes 9,98% do universo de 60 famílias respondentes.

O consumo de peixes apresentou, do mesmo modo, índice muito baixo e deterioração de 63,08%. O pescado tem consumo baixo em 9,96% e 11,62% da população não o consome.

O consumo de macaxeira alcançou deterioração de 61,42% e significou o consumo muito baixo desse alimento. A macaxeira, em especial, apresentou conflito maior, considerando ser uma cultivar tradicional e predominante na região. Neste contexto pode-se inferir que ocorreu alteração de hábito alimentar em que 18,26% alegaram ter deixado de se alimentar-se de macaxeira, implicando instabilidade alimentar dos moradores das nascentes e evidência à dependência de gêneros provenientes externamente.

Analisando os dados pode-se concluir ainda que a culinária local tornou-se enfraquecida na medida em que vem sendo desusada. Ao observar a moda 7 para consumo muito baixo, registrou-se além disso o alimento do origem animal ovo com 23,24% de deterioração.

Nesse entendimento, ao associar o uso combinado de alimentos da região, percebeu-se que o prato típico da culinária local, a famosa “galinha de capoeira com macaxeira” tem sido interrompido da dieta do residente, comprovando necessidade de intervenção externa para resgate dessa culinária local.

Para a análise do item 3.17 (bebida alcoólica) que teve a leitura de seus valores invertida, o registro de deterioração mais evidente alcançou 21,58% na moda 1.

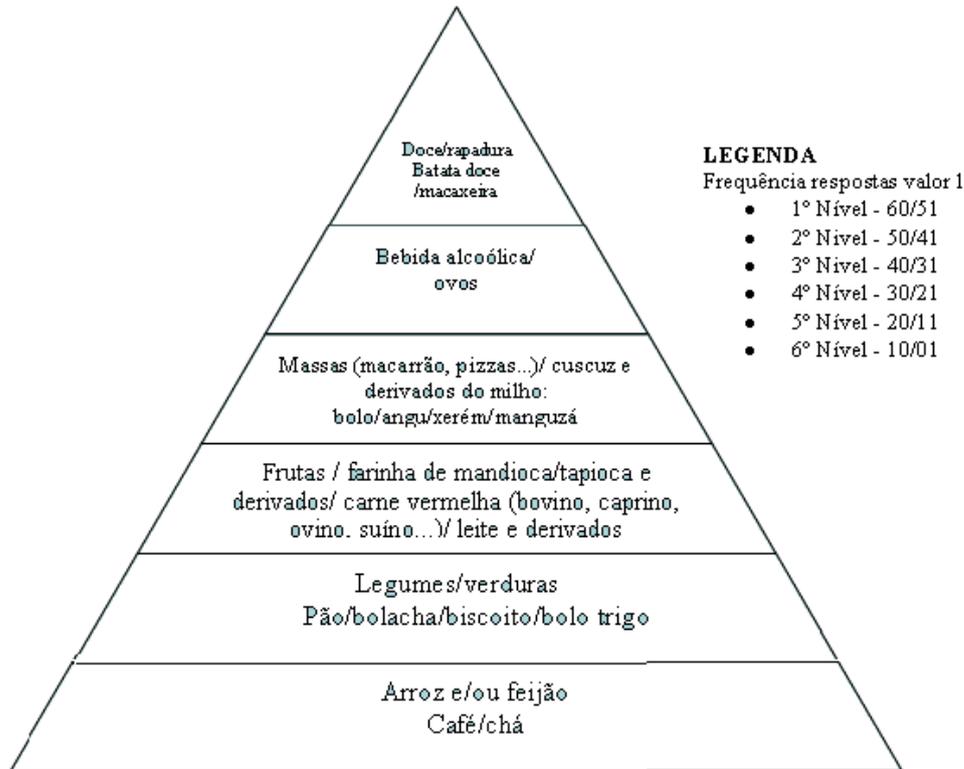
O debate e o entendimento sobre a influência da cultura na construção e na desconstrução dos modelos alimentares se conectaram sempre aos questionamentos históricos sobre as alterações ambientais, políticas e econômicas da região, o que indicou novos caminhos investigativos para a abordagem da realidade.

### **Comparação e construção de pirâmide alimentar**

A seguir registrou-se os itens alimentícios de uso comum entre os moradores em pirâmide alimentar estratificada com 6 níveis de respostas. Resultado extraído da tabela

3 pela frequência de respostas do valor 1 (ordem decrescente da base para o topo) e de entrevistas e visitas às instalações rurais/periurbana (Figura 5).

Figura 5- Pirâmide alimentar dos residentes das nascentes do Riacho das Piabas



Fonte: Sousa Rêgo (2010)

Promovendo uma leitura superficial dos dados da Tabela 3, verifica-se que muitos alimentos não constam na pirâmide do residente. Destacou-se o consumo de aves e/ou carne branca que obteve zero no valor 1 e moda 7 com deterioração de 41,50%.

*Considerando que a pirâmide alimentar é um guia para ajudar as pessoas na escolha de seus alimentos, foram comparadas a pirâmide alimentar dos residentes, construída com os itens alimentícios de uso comum, com a pirâmide de referência (PHILIPPI et al., 1996), em atendimento à necessidade nutricional e formação de hábito alimentar saudável.*

Confrontado às orientações de alimentação saudável, verificou-se excessivo suporte nos derivados animais. No topo da pirâmide que representa a típica alimentação dos residentes foi apurado que pouquíssimo vem sendo consumido.

A alimentação com peixes ou derivados de fruto do mar não foi citada. Isso reflete isolamento da área ou falta de informação acerca de fonte proteica de fácil assimilação

pelo organismo.

A pressão da globalização alimentar sobre os costumes e tradições locais, em que as propriedades poderiam ser mantenedoras da própria alimentação, com detalhe para venda do excedente é facilmente refletida.

Segundo (PHILIPPI, 1999) dependendo do grupo populacional com o qual se trabalha há necessidade de alertar as pessoas para os riscos à saúde resultantes do uso indiscriminado dos alimentos [...] e a representação gráfica na forma de pirâmide se constitui em importante ferramenta na formulação de dietas alimentares possibilitando fácil entendimento e aplicação. É importante ainda que a pirâmide alimentar seja sempre avaliada e adaptada em função dos objetivos a que se destina, da população a ser atingida, respeitando-se a disponibilidade de alimentos e os hábitos alimentares locais, mantendo-se como um guia prático de orientação nutricional.

Nesse entendimento há alternativas, como solução de continuidade e contribuição do desenvolvimento das cadeias produtivas (desde melhoramento genético a transição agroecológica) associado à formação continuada dos agricultores e agricultoras por equipes multidisciplinares. Ademais, tem destaques, a realização de trabalhos acadêmicos, envolvendo maior interação com extensionistas e com pesquisadores, no intuito de permitir melhor utilização dos resultados nos programas de segurança alimentar. Entretanto, para obtenção de informações que represente a tendência de mudança de comportamento nessa localidade, são necessários estudos de longa duração, sendo importante eleger indicadores dos impactos provocados pela moda dos alimentos industrializados e se definir estratégias para utilização mais adequada das plantas nativas.

### **Prognóstico de sustentabilidade alimentar**

As ações que visam à preservação ambiental estão presentes nas mais diversas áreas do conhecimento. Para o preparo dos alimentos, minimizar o impacto ambiental e evitar os desperdícios tem importância fundamental. Assim, permitir através das escolhas certas e das ações, minorar os gastos de tempo, de água, e energia, favorece a gestão ambiental na cozinha e trabalha o entendimento de sustentabilidade através das informações e consciência do cidadão(ã). O tratamento dos resíduos (orgânicos, recicláveis e líquidos) e o uso de materiais certificados devem ser igualmente praticados.

Como suplemento a níveis mais eficazes de sustentabilidade no âmbito da segurança alimentar dos residentes, sugerem-se processos de educação ambiental formal e não

formal, dentro do cotidiano da comunidade. Avalia-se que o trabalho por meio desse referido procedimento promove indivíduos e coletividade para construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências, voltadas para a conservação do meio ambiente.

Sugere-se que os processos educativos locais trabalhem:

- Articulação institucional para promover a reeducação alimentar da comunidade – através das instituições escola, igreja e programas governamentais, como o programa Saúde da Família (PSF). Assim torna-se mais fácil contribuir rumo a hábitos alimentares saudáveis. Capacitação das comunidades e criação de alternativas que melhorem a nutrição reduza a incidência de doenças (cardiovasculares, diabetes, obesidade...) e custos de tratamentos que muitas vezes levam o cidadão(ã) a morte se constitui como alternativas positivas.
- Redução da desnutrição, fome e desperdício de alimentos – pode-se começar fazendo solicitação de ajuda junto a universidades, ONG's e programas do governo, a exemplo o Fome Zero. Desse modo pode-se ampliar o planejamento, a capacitação, operacionalização de produtos e serviços, análise das operações que resultam desperdícios e que gerenciem a “sobra de comida”, fazendo chegar alimento a quem tem fome. As ações terão muita importância diante da subnutrição e seu agravo físico, mental e psicológico, uma vez que, o pequeno agricultor geralmente expropriado do acesso e uso de recursos naturais renováveis tende a perder seu poder de compra.
- Registro dos saberes da culinária e inovação – utilizando a observação e avaliação da importância da gastronomia como manifestação cultural, fazendo apontamento de perspectivas, fortalecimento do turismo a partir da oferta gastronômica, registrando o patrimônio gastronômico local, o que serão úteis para associar as cultivares mais tradicionais às alternativas de verticalização, favorecendo ainda o resgate cultural e econômico da qualidade de produtos e serviços.
- Aumento da densidade de frutíferas na região – promovendo o favorecimento da produção e distribuição de mudas de fruteiras aos residentes através de pequenos projetos submetidos a editais específicos e/ou atividade voluntária, considerando que informações reveladoras noticiaram o tombamento crescente de fruteiras na região e, que as frutas representam uma fonte importante de nutrientes na alimentação humana, sendo indispensáveis para uma dieta equilibrada e saudável. As frutíferas além de nos proporcionarem alimento bom para a saúde também vêm sendo utilizadas na arborização urbana. Pegado

e Dantas Júnior (2006) concluíram que João Pessoa (PB) utiliza frutíferas na arborização urbana e foi verificado que essas espécies com seus ramos e folhas verdes, flores e frutos coloridos produzem um ambiente além de equilibrado, muito agradável e atrativo.

Durante a construção crítica dessa investigação e das proposituras as alternativas de sustentabilidade alimentar dentro de processos de educação ambiental, foram percebidas fortes carências de estudos técnicos na região, o que demandou novas investigações científicas. Nesse cenário concebeu-se superficialmente uma realidade mais imediata, entretanto, a análise ampliada do sistema torna-se limitada e, desse modo, necessários se faz melhor abalizá-la.

Conforme Vianna Ferreira (2009) que trabalhou a história e mudanças do sistema alimentar de pescadores em uma comunidade no litoral de São Paulo, Brasil, “a dieta de comunidades reflete não só padrões culturais, como alterações ambientais, políticas e econômicas”.

Semelhante Macedo (2006) afirma que “a limitação de recursos alimentares, sobretudo para as populações de países em desenvolvimento é um dos maiores desafios do ser humano do século XXI, somado ao esgotamento do solo por práticas agrícolas não sustentáveis. E na busca desta solução depende-se tanto de decisões políticas e programas sociais voltados para atender as necessidades nutricionais de tais populações, bem como da manutenção da produtividade agrícola, sem dependência externa por insumos e com plantas adaptadas à região”.

Entretanto toda limitação não deve ser entrave ao conhecimento e significado da dieta populacional desta comunidade, considerando que os processos de educação ambiental sejam postos em prática, os educandos guiar-se-ão a questionar de que forma o ensino formal vem articulando-se em suas práticas de ensino-aprendizagem no contexto local, o que abre novas fronteiras à percepção e mudança atitudinal da comunidade durante sua estada emancipatória.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através da observação foi contextualizada a realidade mais imediata que apontou diversas limitações, entre elas a falta de planejamento físico espacial em nível de ambiência em todo perímetro da microbacia. Faz-se urgente e necessário, idealizá-la quanto a

sua dinâmica em curto, médio e longo prazo. Sabendo que toda região possui ecossistemas frágeis e de proteção permanente, conforme tutela o Código Florestal Brasileiro, o recebimento dos devidos cuidados legais e operacionais por parte da sociedade torna-se decisivo para manutenção do sistema. É sabido que tem imperado na região um cenário de artificialização do meio natural processando perda substancial de biodiversidade e etnodiversidade e afetando a continuidade do modo de vida do camponês.

Há ausência de reserva legal e são variados os impactos antrópicos nas APPs, que aparentemente, condenam os padrões naturais da ambiência à deterioração e, comprovam a urgência por intervenção pública. Políticas específicas e convergentes podem mitigar parte da crise de percepção da realidade aqui avaliada que se torna precária nos mais variados campos de atuação, com destaque para formação educacional, segurança e assistência técnica rural.

A análise permitiu-nos perceber que as dificuldades deparadas podem ser reduzidas mediante compartilhamento e acessibilidade de conhecimentos à população em geral. Assim sendo a formação pedagógica dos educadores locais, distante de numa perspectiva libertadora e mais abrangente, pode fortalecer a rotina alimentar com suplementos mais saudáveis. Nesse entendimento, favorecer leitura, escrita, uso da internet, tiragem de documentos, historicidade, identidade, contexto e clareza, facilita o reconhecimento das instituições e das leis da natureza envolvidas nas atividades comuns e cotidianas correlacionadas à dieta alimentar e, habilita melhor o cidadão (ã) a interar-se com o meio onde vive de forma mais segura, eficiente, ecológica e economicamente mais viável.

Para (Murrieta, 2001) poucas dimensões da vida humana são mais profundamente conectadas com a sobrevivência básica e, ao mesmo tempo, com elementos social e simbolicamente construídos, do que a alimentação [...] e a forma como elaboramos e decodificamos nossa experiência física, bem como as nossas necessidades biológicas, cria uma relação dialética com nossos desejos sociais e estruturas habituais que só poderá ser resolvida (e compreendida!) quando as condições contextuais no momento da ação forem contempladas.

Nesse entendimento existe grande desafio e longo caminho para ser percorrido, sendo o poder público um dos principais atores em situação, para a busca da mudança atitudinal da comunidade, rumo a sua ecossocioeconomia emancipatória.

## CONCLUSÃO

A pressão da globalização alimentar sobre os costumes e tradições locais tornou-se evidente.

Os moradores e moradoras detêm um conhecimento incipiente sobre os temas abordados.

Existe escassez na assistência médica-odontológica e falha na atenção técnica nutricional.

Existe falta de práticas inovadoras de segurança alimentar e de educação ambiental.

Há precariedade e dependência dos principais itens da cesta básica.

Existe excessivo consumo de derivados animais.

Ocorreu mudança significativa na dieta dos residentes das nascentes do Riacho das Piabas.

A transição para modos de produção ecologicamente corretos urge de discussão e implantação.

A compreensão do modo vivendi alimentar se desfocou na carência de investigação científica da região.

A rigor, a dieta alimentar dos pesquisados não adequa-se à pirâmide nutritiva carecendo ajustes para fins de saúde e qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS

BARACUHY, J.G.V. **Manejo integrado de microbacias hidrográficas no Semiárido Nordeste: Estudo de um caso**. 2001. Tese (Doutorado) em Recursos Naturais/UFCG. 2001.

BATISTA, M. B. **Diagnóstico socioeconômico da microbacia hidrográfica do riacho serra do cabelo, São João do Rio do Peixe – PB**. 2008. Monografia (Curso de licenciatura em Geografia). Universidade Estadual da Paraíba/ CEDUC, 2008.

CAMPINA GRANDE. **História de Campina Grande**. Disponível em: <<http://www.campinagrande.pb.gov.br/cidade.htm>>. Acesso em: 30 out 2010.

GOOGLE EARTH Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO © 2009 Europa Tech-

nologies © 2009. **Tele Atlas © 2009 DMapas**. Disponível em: <<http://www.google.com.br>>. Acesso em: 25 out de 2010.

LIMA, V. L. A. Avaliação preliminar de impactos ambientais no entorno do Louzeiro e Riacho das Piabas – Campina Grande - PB. **QUALIT@S**, v. 7, n. 1, 2008.

MACÊDO, C. E. C. Melhoramento vegetal aplicado a estresses ambientais. In: XXIX REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, DIVERSIDADE, CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DA FLORA NORDESTINA. Mossoró: UERN. 2006 (**Palestras, CD Room**).

MURRIETA, R.S. Dialética do sabor: alimentação, ecologia e vida cotidiana em comunidades ribeirinhas da Ilha de Ituqui, Baixo Amazonas Pará. **Rev. Antropol.**, v. 44, n. 2, p. 39-88, 2001. ISSN 0034-7701. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ra/v44n2/8832.pdf>> - Acesso em: 22 nov. 2015.

PEGADO, C. M. A.; DANTAS JÚNIOR, O. R. **Frutíferas utilizadas na arborização urbana no município de João Pessoa, Paraíba**. In: XXIX REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, DIVERSIDADE, CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DA FLORA NORDESTINA. 2006. Mossoró: UERN. **Anais...** Mossoró (Resumos, CD Room).

PHILIPPI, S. T.; SZARFARC, S. C.; LATTERZA, A. R. **Pirâmide alimentar adaptada**. Virtual Nutri (software) versão 1.0 for Windows. Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1996.

PHILIPPI, S.T. et al. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. **Rev. Nutr.**, v. 12, n. 1, p. 65-80, 1999. ISSN 1415-5273. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_art-text&pid=S141552731999000100006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S141552731999000100006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 15 nov. 2015.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

SANTOS, M. C. C. A. dos. **Avaliação dos impactos socioeconômico e ambiental da agricultura familiar na microbacia hidrográfica do Oiti, Lagoa Seca – PB.** 2009. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande/CTRN, 2009.

SOUSA, V. G. de. **Impactos antrópicos no Sítio Louzeiro. Campina Grande (PB).** 2003. 50 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual da Paraíba. 2003.

SOUSA, V.G. de. **Análise ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho das Piabas, no trecho que compõe suas nascentes e a Reserva Urbana do Louzeiro (PB) através de Imagens de Satélite.** 2006. 50 f. Monografia (Especialização Educação Ambiental). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande-PB. 2006.

SOUSA, V.G. de. **Diagnóstico e prognóstico socioeconômico e ambiental das nascentes do Riacho das Piabas (PB).** 2010. 125 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB. 2010

VIANNA FERREIRA, M.; JANKOWSKY, M. y NORDI, N. Historia y cambios del sistema alimentario de pescadores: Una comunidad en el litoral de São Paulo, Brasil. **INCI**, v. 34, n. 10, p. 696-702, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037818442009001000006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442009001000006&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 01 dez. 2015.

# ***DOWNSCALING* DINÂMICO DA PRECIPITAÇÃO SOBRE O NORDESTE BRASILEIRO COM O MODELO REGCM4 DURANTE O VERÃO**

Gilvani Gomes de Carvalho<sup>1</sup>, Aline Gomes da Silva<sup>2</sup> e Priscilla Teles de Oliveira<sup>3</sup>

**RESUMO:** O objetivo do presente artigo é avaliar diferentes simulações numéricas realizadas com o modelo regional *Regional Climate Model version 4* (RegCM4) durante o verão de 1997, 1998 e 1999 sobre o Nordeste do Brasil (NEB). Dividiu-se o NEB em três sub-regiões, Norte, Leste e Semiárido e os dados pluviométricos foram obtidos da rede observacional da Agência Nacional de Águas. A avaliação foi baseada nos percentis 25, 50, 75 e 90% da precipitação média de cada sub-região. Calcularam-se índices estatísticos através de uma tabela de contingência 2x2. Os resultados indicam que o modelo RegCM4 apresentou melhor desempenho relativamente ao modelo global Era Interim. O RegCM4 apresentou pior desempenho em anos com precipitação atípica (1998 e 1999) em comparação a 1997. De forma geral, a simulação com a parametrização de Emanuel superestima a precipitação, enquanto a simulação com o esquema de Grell subestima. Apesar da superestimativa a simulação com o esquema de Emanuel descreveu de forma mais adequada a variabilidade intra-regional da precipitação observada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Parametrização de *cumulus*; Semiárido; Modelo regional.

---

1 Graduada em Química, Graduanda em Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Fone: (0XX84) 988133341, gilgdc@gmail.com.

2 Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, IFRN, Doutoranda, Depto. Ciências Climáticas, UFRN, Natal-RN.

3 Doutora em Ciências Climáticas, Professora Substituta da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal-RN.

**ABSTRACT:** Results obtained via simulations with the Regional Climatic Model version 4 (RegCM4) during the summer of 1997, 1998 and 1999 in Northeast Brazil (NEB) were presented. We used a dataset of daily precipitation collected from the rain gauges managed by the Agência Nacional de Águas (National Agency of Water) in order to evaluate the simulation. The NEB was divided in three sub-regions named North, East and Semiarid. The evaluation was based on percentiles 25<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>, 75<sup>th</sup> and 90<sup>th</sup> and different statistics index from the 2x2 contingency table were calculated. The RegCM4 is skilled in comparison the Era Interim reanalysis. The RegCM4 is less skillful in anomalous years (1998 and 1999) relatively to neutral year (1997). The simulations with the Emanuel convective scheme overestimate the observed precipitation while the Grell simulations underestimate it. However, the Emanuel simulations show in more details the intra-regional precipitation variability.

**KEYWORDS:** *Cumulus* parameterization; Semiarid; Regional model.

## INTRODUÇÃO

Diferentes escalas de tempo controlam a precipitação no Nordeste do Brasil (NEB). As de alta frequência são associadas principalmente ao mecanismo de convecção local e à brisa de mar e de terra na escala diurna e intradiurna (YANG et al., 2008; SANTOS; SILVA, 2013). A Oscilação de Madden and Julian (OMJ) e a *Pacific South Atlantic Oscillation* (PSA) são variabilidades na escala intrasazonal (SOUZA; AMBRIZZI, 2006; CUNNINGHAM; CAVALCANTI, 2006). Na escala interanual, destaca-se a influência do El Niño Oscilação Sul (ENSO) (RODRIGUES et al., 2011), bem como os modos de variabilidade do gradiente inter hemisférico do Atlântico Tropical (DE SOUZA et al., 2005).

Meteorologicamente, o NEB é caracterizado pela formação de nuvens e precipitação devido aos efeitos de brisa marítima e brisa continental (TEIXEIRA, 2008). Pelos sistemas de meso escala, como é o caso de aglomerados convectivos e linhas de instabilidade (COHEN et al., 2009) e distúrbios ondulatórios de leste (TORRES; FERREIRA, 2011). Na escala sinótica, destacam-se os vórtices ciclônicos de altos níveis (COUTINHO et al., 2010) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Além desses, os sistemas frontais oriundos de latitudes médias e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) influencia principalmente o Estado da Bahia (CHAVES; CAVALCANTI, 2001). Esses diferentes sistemas meteorológicos provocam eventos extremos de precipitação no NEB

(VINCENT et al., 2005; HAYLOCK et al., 2006; LIEBMAN et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014). Climatologicamente, o NEB sofre com secas prolongadas (MOURA; SCHUKLA, 1981; HASTENRATH; GREISCHAR, 1993; HASTENRATH, 2006), que têm forte influência sobre as atividades econômicas e sobre a qualidade de vida principalmente para moradores do semiárido nordestino.

Seja em caso de secas ou de chuvas intensas a modelagem numérica regional é de suma importância, pois fornece informações mais detalhadas sobre as condições meteorológicas e climatológicas de uma determinada região em comparação às informações de Modelos de Circulação Geral da Atmosfera (MCGAS). A redução do espaçamento de grade (*downscaling*) com modelos regionais permite resolver um número maior de processos físicos que influenciam a atmosfera. Por exemplo, o levantamento forçado de ar em regiões topográficas e os efeitos de diferentes coberturas e uso do solo. Além disso, com o *downscaling* dinâmico, torna-se possível o uso de diferentes parametrizações a fim de se obter as melhores configurações para determinada região.

Neste sentido, o presente artigo tem por objetivo mostrar o desempenho do modelo regional RegCM4 (GIORGI et al., 2012) em representar diferentes aspectos intra regionais da precipitação sobre o NEB. Nosso foco é para anos com regime pluvial contrastante no NEB (1997, 1998 e 1999) durante o verão. Especificamente, pretende-se mostrar se este modelo regional é mais hábil em determinar a distribuição de chuva sobre a região, quando comparado às Reanálises do modelo global do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Além disso, discutiremos qual parametrização de convecção profunda apresenta melhores resultados, considerando índices de desempenho extraído de uma tabela de contingência 2x2, cujos limiares são percentis dos dados observados.

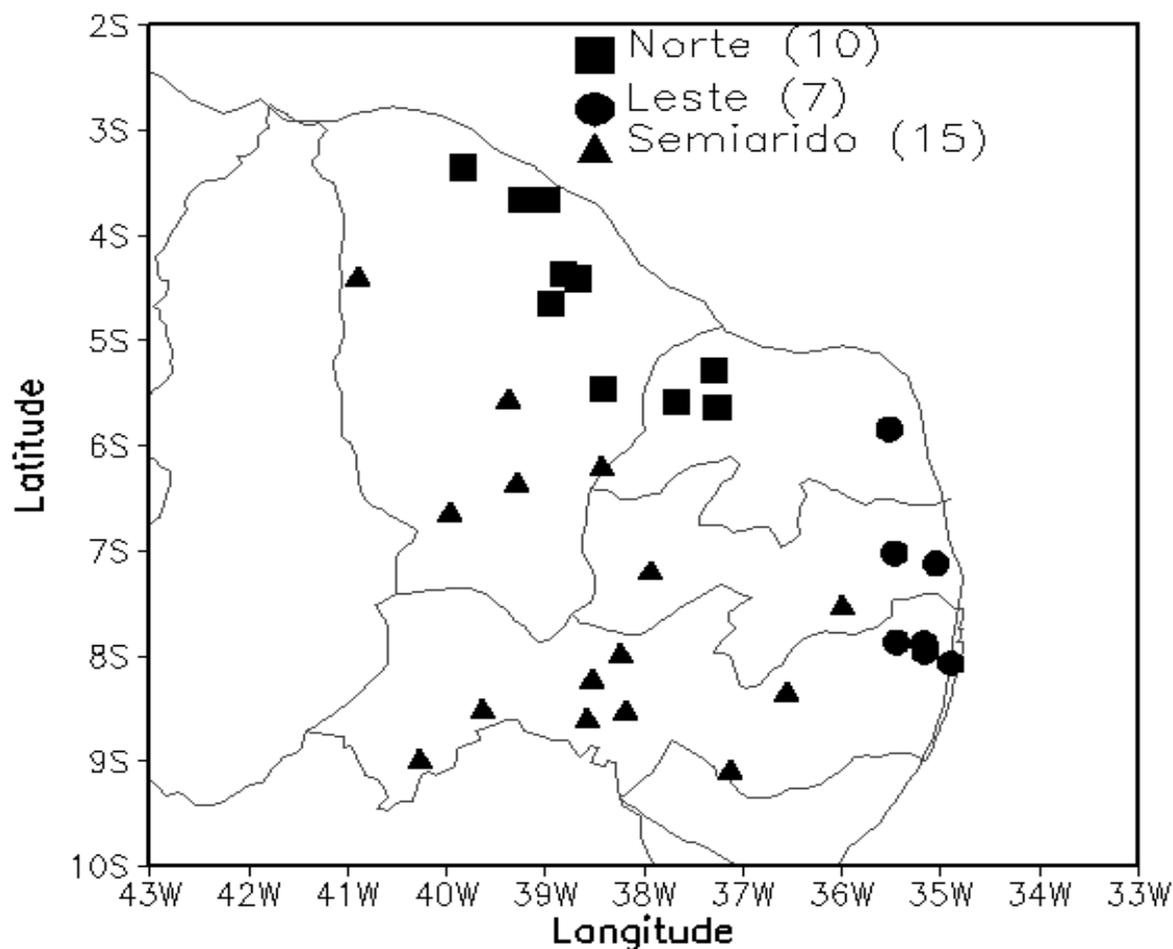
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Dados observados de precipitação**

Os dados de precipitação são acumulados diários da rede de monitoramento da Agência Nacional de Águas (ANA) (Figura 1). Não foram identificadas falhas neste conjunto de dados durante o período das simulações (verão e outono de 1997, 1998 e 1999). Para a análise intra regional foram separados três grupos (norte, semiárido e leste) através da técnica multivariada de análise de agrupamento (*cluster*) usando a climatologia da

precipitação do período de 1972 a 2002. Como critério de dissimilaridade usou-se a distância euclidiana e o método adotado foi o hierárquico de Ward. Os detalhes da técnica de agrupamento, bem como a climatologia dos diferentes grupos selecionados são mostradas por Oliveira et al. (2013) e Santos e Silva et al. (2014).

Figura 1 – Distribuição geográfica dos postos pluviométricos da ANA usados para avaliar as simulações dos modelos



#### Breve descrição do RegCM4

O RegCM4 é uma das versões mais atual do modelo que foi criado no final da década de 1980 (DICKINSON et al., 1989) e que sofreu várias atualizações desde então. A primeira foi concluída por Giorgi et al. (1993a,b) e originou o RegCM2. A segunda foi conduzida por Giorgi e Mearns (1999) e gerou o RegCM2.5. Após isso, a versão RegCM3 foi elaborada por Pal et al. (2007). Em abril de 2011 a quarta versão do RegCM foi apresentada à comunidade científica (GIORGI et al., 2012). Trata-se de um modelo de área limitada, com núcleo dinâmico hidrostático e compressível, descrito por Grell et al.

(1994). Na vertical as equações são discretizadas de acordo com a coordenada sigma-p, que segue a topografia do terreno. A discretização horizontal é de acordo com a grade B de Arakawa, sendo os campos vetoriais (componentes do vento) nos pontos de grade e os campos escalares (temperatura e umidade) no ponto central da grade.

Os processos físicos parametrizados incluem códigos de transferência radiativa, camada limite planetária, convecção cumulus, precipitação estratiforme, interação solo-vegetação-atmosfera, trocas de calor e momentum entre o oceano e a atmosfera, lagos e oceanos, transporte de aerossóis e química da atmosfera. Além disso, o RegCM4 apresenta avanços em aspectos computacionais tais como portabilidade e eficiência. Isso permite a instalação e execução em computadores simples ou máquinas mais robustas que permitem o uso de processamento paralelo. Todos os detalhes sobre o RegCM4 são mostrados por Giorgi et al. (2012).

### **Experimentos numéricos**

Realizamos duas simulações para cada verão de 1997, 1998 e 1999. A diferença entre as simulações foi quanto ao tipo de parametrização de convecção profunda. Na primeira, chamada de REG\_GR, foi usada a parametrização de Grell (1993) com o fechamento de Arakawa e Schubert. Na segunda, REG\_EM, a parametrização de Emanuel (1991) foi acionada. A escolha dessas parametrizações foi baseada no fato de que a primeira costumeiramente subestima a precipitação sobre áreas tropicais, enquanto a segunda superestima (GIORGI et al., 2012). Santos e Silva et al. (2014) verificaram que sobre o NEB esse comportamento apontado por Giorgi et al. (2012) é observado. Contudo, Santos e Silva et al. (2014) limitaram seus resultados apenas ao outono de 1998 e 1999. Logo, os experimentos do presente artigo visam ampliar o entendimento sobre o desempenho do RegCM4 sobre o NEB.

Como condição de contorno foram usadas as reanálises do *European Centre for Medium Range Forecasting* (ECMWF), especificamente o produto Era Interim (DEE et al., 2011), que é disposto em uma grade horizontal regular de  $1,5^\circ \times 1,5^\circ$  com amostragem temporal de 6 horas. A escolha do Era Interim foi baseada no estudo de Sylla et al. (2010), que verificou que a versão 3 do RegCM produziu resultados mais satisfatórios sobre a região tropical da África em comparação às reanálises do *National Centers for Environment Prediction* (NCEP). Os dados de topografia tinham resolução de 2 minutos de graus. A Temperatura de Superfície do Mar (TSM) foi semanal (REYNOLDS; SMITH, 1994).

O domínio da simulação foi composto por 60 pontos de latitude por 80 de longitude, centrada em 6,5° Sul e 36,5° Oeste. O espaçamento de grade foi de 20 km resultando em um domínio de aproximadamente 1.200 km por 1.600 km. Na vertical foram usados 18 níveis desde a superfície até 5 hPa.

Para a simulação das trocas de energia e momentum à superfície acionou-se o *Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme* (BATS) descrito por Dickinson et al. 1993. A parametrização da precipitação não convectiva foi a *Subgrid Explicit Moisture Scheme* (SUBEX), descrito por Pal et al. (2000) e que usa a umidade relativa do ar como parâmetro de disparo de nuvens estratiformes. A turbulência na Camada Limite Atmosférica seguiu o modelo de Zeng et al. (1998), onde efeitos locais e não locais são considerados para o cálculo do coeficiente de difusão.

O tempo de cada simulação foi 4 meses, iniciadas no dia 01 de Novembro às 00UTC e finalizadas em 28 de Fevereiro às 23 UTC. Excluiu-se o primeiro mês de cada simulação na tentativa de evitar erros devido ao processo de ajuste do modelo (*spin up*). Consideramos o verão como o trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro (DJF).

### **Avaliação da precipitação simulada**

Para avaliar as variáveis em diferentes limiares serão usados índices extraídos de uma Tabela de contingência 2x2 (Tabela 1) de acordo com Wilks (2006). Neste método, “*a*” são os sucessos, “*b*” os falsos alarmes, “*c*” as perdas e “*d*” as negativas corretas (ou rejeições corretas). Os limiares estipulados para a determinação da tabela de contingência foram baseados em percentis das observações. O primeiro limiar é percentil 25% (Q25), o segundo é o percentil 50% (Q50), o terceiro é o percentil 75% (Q75) e quarto limiar é o percentil 90% (Q90), chamados aqui de eventos extremos de precipitação. Para a avaliação categórica das simulações a precipitação foi interpolada, através do método do inverso da distância ao quadrado, para os pontos de observação, considerando os quatro pontos de grade do modelo mais próximo para a interpolação. Com isso, obtivemos três séries de dados observados, que é a média das observações para cada grupo (Norte, Leste ou Semiárido) e três resultados de simulações para cada versão. Definidas as séries de dados, calculamos os seguintes índices:

i) Probabilidade de detecção (POD): fração de acertos com relação ao total de casos observados

$$POD = \frac{a}{a + c} \quad (1)$$

ii) Razão de falso alarme (RFA): fração de alertas falsos em relação ao total de ocorrências previstas

$$RFA = \frac{b}{a + b} \quad (2)$$

iii) Viés: razão entre o total de casos previstos e o total de casos observados (ou a razão entre as médias das previsões e a média das observações)

$$vies = \frac{a + b}{a + c} \quad (3)$$

Para a POD e a RFA o valor esperado é 1 e o pior cenário é zero. Para o viés, valor maior que 1 indica superestimativa e menor que 1, subestimativa.

## RESULTADOS

### Precipitação observada: aspectos gerais

Os percentis das observações nas três regiões são mostrados na Tabela 1. Em 1997, considerado um ano neutro dado as condições do Oceano Pacífico, os eventos extremos no semiárido tem intensidade média superior comparada às outras duas regiões. Embora possa parecer contraditório, esse fato já foi identificado em estudos anteriores (OLIVEIRA et al., 2014), quando observado que os eventos de precipitação intensa no semiárido são de natureza mais convectiva em comparação às regiões adjacentes. Isso pode ser explicado em função do maior aquecimento à superfície no semiárido, que favorece o desenvolvimento de uma camada limite planetária com turbulência térmica elevada e, sendo assim, com capacidade de desenvolver nuvens convectivas. Entretanto, a maior parte da umidade para a formação dessas nuvens não é fornecida pelos processos de troca na interface solo-vegetação-atmosfera do semiárido, mas é transportada, através de processos advectivos, tanto do oceano atlântico quanto de áreas mais ao Sul do semiárido. Portanto, os eventos extremos são resultados da interação entre processos de escala local (aquecimento da superfície) e de escala sinótica (advecção de umidade).

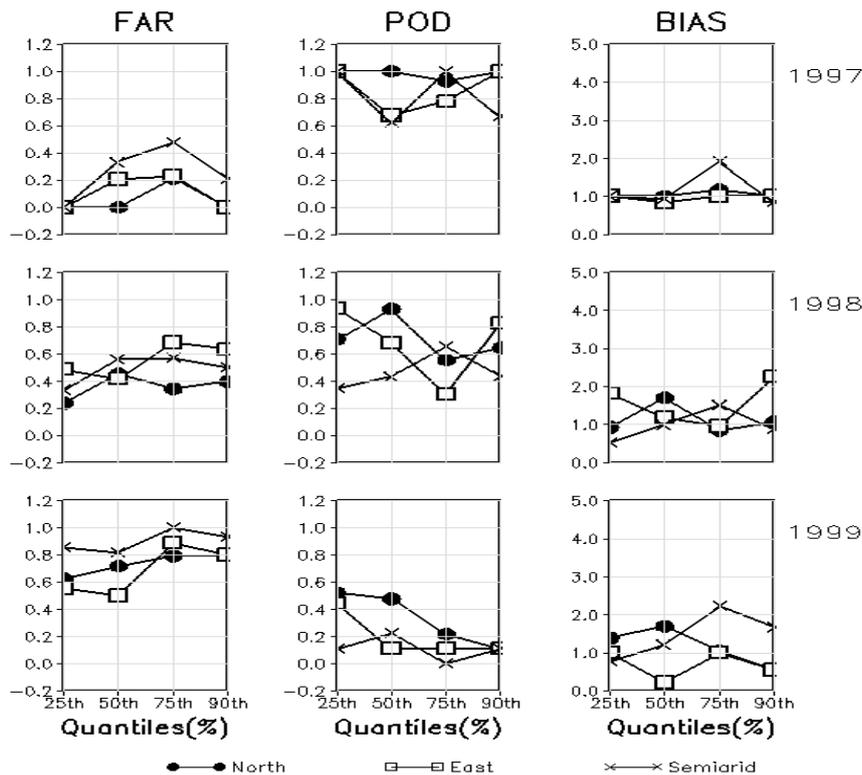
Tabela 1 – Percentis das observações dos três grupos indicados na Figura 1

	1997			1998			1999		
	Norte	Leste	Semiárido	Norte	Leste	Semiárido	Norte	Leste	Semiárido
<b>Q25</b>	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,38	0,21	0,00	0,00
<b>Q50</b>	0,71	0,15	0,97	1,74	0,17	1,23	1,05	0,10	0,57
<b>Q75</b>	2,38	1,30	2,82	4,05	1,54	2,84	2,72	0,92	2,33
<b>Q90</b>	4,74	5,26	6,82	7,51	5,86	4,40	6,66	2,63	3,52

### Simulações com o RegCM4

Os índices extraídos da tabela de contingência para as simulações do Era Interim durante o verão são mostrados na Figura 2. A primeira observação é que o modelo não se comporta da mesma forma em todos os anos. Em 1997, as curvas de falsos alarmes são relativamente coerentes entre as regiões. Eles aumentam até o Q75, mas diminuem para o Q90. Em uma primeira análise isso não é de se esperar, já que em tese é mais difícil simular eventos extremos. Contudo, nos anos atípicos essa percepção é confirmada e o modelo emite mais falsos alarmes à medida que os limiares aumentam.

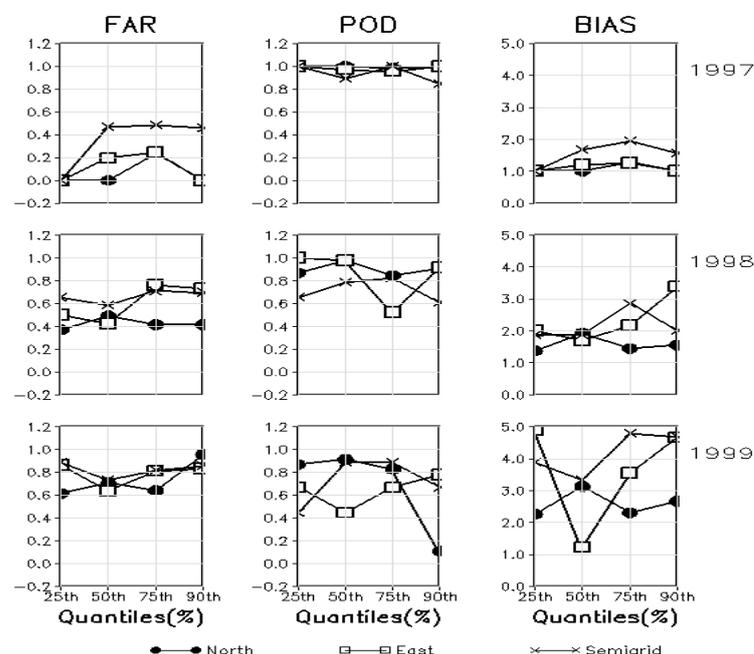
Figura 2 – Índices de desempenho para as simulações do Era Interim nos verões de 1997, 1998 e 1999



Outra observação é que para todas as regiões os falsos alarmes são muito elevados em 1999, chegando, inclusive a 1 (valor máximo) no semiárido para o Q75. De forma consistente, em 1999, a probabilidade de detecção tem uma queda de Q25 para Q90. Finalmente, em 1999, esse modelo superestima a precipitação para todos os limiares no Semiárido; subestima a precipitação na parte Leste; superestima as chuvas mais fracas no Norte e subestima as chuvas mais intensas. Os melhores resultados deste modelo são para 1997, embora o Q75 do semiárido seja superestimada. Em 1998 a análise do desempenho é mais complexa, pois hora o modelo superestima e hora subestima a precipitação para as diferentes regiões. Entretanto, em 1998, verifica-se que a probabilidade de detecção do Q75 é menor que a do Q90 sobre o Leste, indicando que apesar de não simular de forma adequada as chuvas moderadas, o modelo consegue representar as chuvas extremas.

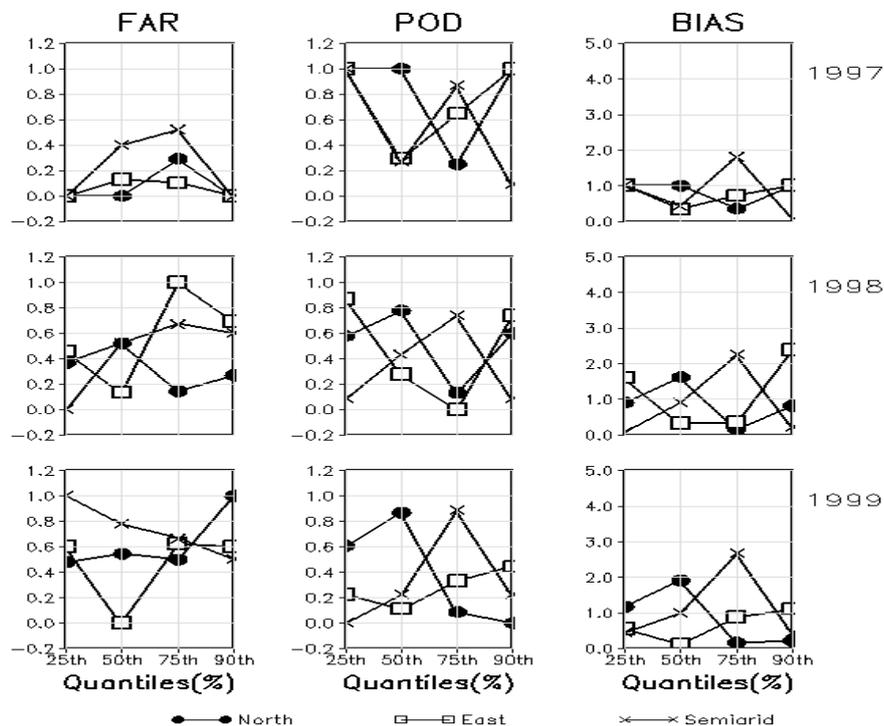
Na Figura 3 são apresentados os índices para a simulação REG\_EM. Os falsos alarmes são menores em 1997 relativamente aos outros anos, porém no semiárido os valores são em torno de 0,5 para os limiares Q50, Q75 e Q90. Verifica-se que nesta sub-região apesar da POD ser entre 0,8 e 1,0, mas ao mesmo tempo o modelo superestima a precipitação para os três limiares mais elevados. Em 1998 e 1999 esse experimento apresentou valores elevados de FAR. Principalmente em 1999 e para os limiares Q75 e Q90 no norte e no semiárido. O destaque negativo foi para a previsão de extremos em 1999 na região norte, em que POD foi 0,1. Apesar de haver superestimativa em 1998 para todos os limiares e regiões, esses índices foram em geral mais elevados em 1999, exceto para o Q50 da região Leste.

Figura 3 – Índices de desempenho para a simulação do RegCM4 com a parametrização de Emanuel nos verões de 1997, 1998 e 1999



Os resultados da simulação REG\_GR são apresentados na Figura 4. Em 1997, esse experimento continua emitindo valores elevados de falsos alarmes sobre o semiárido, contudo esses erros são para Q50 e Q75. Esse mesmo desempenho foi obtido com os dados do Era ínterim, porém REG\_GR indica FAR = 0 para os eventos extremos dessa região. Em contrapartida, tanto em 1998 quanto em 1999 o REG\_GR emite falsos alarmes elevados no Leste e no Semiárido à medida que os limiares aumentam. Diferentemente da simulação REG\_EM, o experimento REG\_GR subestima a precipitação no Norte e no Leste em 1997, enquanto não apresenta um padrão nos outros anos. Uma característica encontrada em todos os anos é quanto à superestimativa de Q75 e subestimativa de Q90 no semiárido. Outro aspecto importante é quanto a POD de Q25 e Q50 na região Norte, embora com valores inferiores aos simulados com REG\_EM.

Figura 4 – Índices de desempenho para a simulação do RegCM4 com a parametrização de Grell nos verões de 1997, 1998 e 1999



## CONCLUSÕES

Foram realizadas simulações com o modelo regional RegCM4 durante o verão de 1997, 1998 e 1999 sobre o NEB. O espaçamento de grade usado foi de 20 km e foram testadas diferentes parametrizações de convecção profunda, Emanuel e Grell. Os dados

da ANA serviram como base para a avaliação das simulações. Foram calculados índices estatísticos baseados em uma tabela de contingência 2x2. A simulação com o esquema de Emanuel superestimou as observações, enquanto com a parametrização de Grell subestimou. A parametrização de Emanuel consegue representar de forma mais realista as características intra-regionais da precipitação. De forma geral o modelo é mais hábil que a reanálise do Era Interim, indicando que se trata de uma boa alternativa para *downscaling* dinâmico sobre o NEB. Contudo, os resultados representam um período e área particular e sugere-se que novos testes mais robustos devam ser realizados com este modelo. Para isso é possível testar outras parametrizações físicas, tal como diferentes esquemas da Camada Limite Planetária ou ainda verificar a sensibilidade das simulações às mudanças de parâmetros de eficiência de precipitação da parametrização de convecção profunda, conforme realizado por Silva e Santos e Silva (2014). Além disso, faz-se necessário simulações mais longas com a finalidade de expor o modelo à diferentes fases da variabilidade interanual ou até mesmo decenal.

## **REREFÊNCIAS**

CHAVES, R. R.; CAVALCANTI, I. F. A. Atmospheric Circulation Features Associated with Rainfall Variability over Southern Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 129, p. 2614-2626, 2001.

COHEN, J. C. P.; CAVALCANTI, I. F. A.; BRAGA, R. H. M.; SANTOS NETO, L. A. **Linhas de Instabilidade na Costa N-NE da America do Sul**. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; SILVA DIAS, M. A. F. Tempo e clima do Brasil. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, p. 75-93, 2009.

COUTINHO, M. D. L.; GAN, M. A.; RAO, V. B. Método objetivo de identificação dos vórtices ciclônicos de altos níveis na região Tropical Sul: validação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n.3, 311-323, 2010.

CUNNINGHAM, C. C.; CAVALCANTI, I. F. A. Intraseasonal modes of variability affecting the South Atlantic Convergence Zone. **International Journal of Climatology**, UK, v. 26, p. 1165-1180, 2006.

DE SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. Intraseasonal and submonthly variability over the Eastern Amazon and Northeast Brazil during the autumn rainy season. **Theoretical and Applied Climatology**, v.81, p. 177-191, 2005.

DEEA, D. P; UPPALAA, S. M.; SIMMONSA, A. J. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 137, p. 553-597, 2011.

DICKINSON, R. E.; ERRICO, R. M.; GIORGI, F.; BATES, G. T. A regional climate model for the western United States. **Climatic Change**, v. 15, p. 383-422, 1989.

DICKINSON, R. E.; HENDERSON-SELLERS, A.; KENNEDY, P. **Biosphere-atmosphere transfer scheme (BATS) version 1e as coupled to the NCAR community climate model**. Tech Rep, National Center for Atmospheric Research Tech Note NCAR.TN-387+STR, NCAR, Boulder, CO, 1993.

GIORGI, F.; MARINUCCI, M. R.; BATES, G. Development on a second generation regional climate model (RegCM2). I Boundary Layer and radiative transfer processes. **Monthly Weather Review**, v. 121, p. 2794-2813, 1993a.

GIORGI, F.; MARINUCCI, M. R.; BATES, G.; DECANIO, G. Development on a second generation regional climate model (RegCM2). II Convective processes and assimilation of lateral boundary conditions. **Monthly Weather Review**, v. 121, p. 2814-2832, 1993b.

GIORGI, F.; MEARNS, L. O. Introduction to special section: regional climate modeling revisited. **Journal of Geophysical Research**, v. 104, p. 6335-6352, 1999.

GIORGI, F.; COPPOLA, E.; SOLMON, F.; MARIOTTI, L.; SYLLA, M.; BI, X.; EL-GUINDI, N.; DIRO, G.; NAIR, V.; GIULIANI, G.; TURUNCOGLU, U.; COZZINI, S.; GÜTTLER, I.; O'BRIEN, T.; TAWFIK, A.; SHALABY, A.; ZAKAY, A.; STEINER, A.; STORDAL, F.; SLOAN, L. BRANKOVIC, C. RegCM4: model description and preliminary tests over multiple CORDEX domains. **Climate Research**, v. 52, p. 7-29, 2012.

GRELL, G.; DUDHIA, J.; STANFFER, D. R. **A description of the fifth-generation**

**Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)**. NCAR Technical Note. TN 398+STR, 122p, 1994.

HASTENRATH, S. Circulation and teleconnection mechanisms of Northeast Brazil droughts. **Progress in Oceanography**, v. 70, p. 407-415, 2006.

HASTENRATH, S.; GREISCHAR, L. Circulation mechanisms related to northeast Brazil rainfall anomalies. **Journal of Geophysical Research**, v. 98, D3, p. 5093-5102, 1993.

LIEBMANN, B.; KILADIS, G. N.; ALLURED, D.; VERA, C. S.; JONES, C.; CARVALHO, L. M. V.; BLADÉ, I.; GONZÁLES, P. L. M. Mechanisms associated with large daily rainfall events in Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 24, n. 2, p. 376-396, 2011.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 38, p. 2653-2675, 1981.

OLIVEIRA, P. T.; LIMA, K. C.; SANTOS E SILVA, C. M. Synoptic environment associated with heavy rainfall events on the coastland of Northeast Brazil. **Advances in Geosciences**, v.35, p. 73-78, 2013.

OLIVEIRA, P. T.; SANTOS E SILVA, C. M.; LIMA, K. C. Linear trend of occurrence and intensity of heavy rainfall events on Northeast Brazil. **Atmospheric Science Letters**, v.15, DOI: 10.1002/asl2.484, 2014.

PAL, J. S.; GIORGI, F.; BI, X.; ELGUINDI, N. Regional climate modeling for the developing world: the ICTP RegCM3 and RegCNET. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 88, p. 1395-1409, 2007.

PAL, J. S.; SMALL, E.; ELTAHIR, E. Simulation of regional-scale water and energy budgets: representation of subgrid cloud and precipitation processes within RegCM. **Journal of Geophysical Research**, v.105, p.29579–29594, 2000.

REYNOLDS, R. W.; SMITH, T. M. Improved global sea surface temperature analyses

using optimum interpolation. **Journal of Climate**, v.7, p.929–948, 1994.

RODRIGUES, R. R.; HAARSMA, R. J.; CAMPOS, E. J. D.; AMBRIZZI, T. The Impacts of Inter–El Niño Variability on the Tropical Atlantic and Northeast Brazil Climate. **Journal of Climate**, v. 24, p. 3402-3422, 2011.

SILVA, A. G.; SANTOS E SILVA, C. M. Improving regional dynamic downscaling with multiple linear regression model using components principal analysis: precipitation over Amazon and Northeast Brazil. **Advances in Meteorology**, v. 2014, p. 1-9, 2014.

SANTOS E SILVA, C. M. Ciclo diário e semidiário de precipitação na costa norte do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, p. 34-42, 2013.

SANTOS E SILVA, C. M.; SILVA, A.; OLIVEIRA, P.; LIMA, K. C. Dynamical downscaling of the precipitation in Northeast Brazil with a regional climate model during contrasting years. **Atmospheric Science Letters**, v. 15, p. 50-57, 2014.

SYLLA, M. B.; COPPOLA, E.; MARIOTTI, L. GIORGI, F.; RUTI, P. M.; DELL’AQUILA, A.; BI, X. Multiyear simulation of the African climate using a regional climate model (RegCM3) with the high resolution ERA-interim reanalysis. **Climate Dynamics**, v. 35, p. 231–247, 2010.

TEIXEIRA, R. F. B. O fenômeno da brisa e sua relação com a chuva sobre Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n.3, p. 282-291, 2008.

WILKS, D.S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences: An Introduction**. Academic Press: San Diego, CA, 2006.

ZENG, X.; ZHAO, M.; DICKINSON, R. E. Intercomparison of bulk aerodynamic algorithms for the computation of sea surface fluxes using TOGA COARE and TAO data. **Journal of Climate**, v.11, p. 2628–2644, 1998.

# EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO PÚBLICO: PERCEPÇÕES E PRÁTICAS DOS PROFESSORES DE UMA ESCOLA DE CAMPINA GRANDE-PB

Layana Dantas de Alencar<sup>1</sup>, Maria de Fátima Nóbrega Barbosa<sup>2</sup>  
e Eivaldo Moreira Barbosa

**RESUMO:** A Educação Ambiental objetiva sensibilizar e conscientizar a sociedade a respeito dos problemas ambientais e da limitação dos recursos naturais. Neste sentido, foi então aprovada a Lei nº 9.795 de 1999, a qual instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Dessa forma, objetivou-se analisar a percepção ambiental dos professores de uma escola de Campina Grande - PB. A pesquisa pautou-se nos métodos hermenêutico-sistêmico e estudo de caso. Pode-se constatar que os professores não possuem conhecimento da lei que instituiu a Educação Ambiental. Aponta-se certo distanciamento entre o que é estabelecido pela lei e as práticas realizadas pelos docentes que se mostram ainda desconhecedores dos conceitos mínimos concernentes ao meio ambiente e a Educação Ambiental. Pode-se concluir pelo considerável desconhecimento da lei e dos fundamentos da Educação Ambiental, sendo este fator contribuinte para a não inserção das práticas de Educação Ambiental. Atribui-se essa carência à insuficiência de incentivos públicos e a falta de preparo e iniciativa dos professores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Docentes; Recursos NATURAIS; Política Nacional de Educação Ambiental.

---

1 Graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB Fone: (83)996505700. E-mail: layana\_dantas@yahoo.com.br (Estudante).

2 Graduada em Administração de Empresas pela Universidade Federal da Paraíba. Especialista em Gestão Empresarial pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Ciências da Sociedade pela Universidade Estadual da Paraíba. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora do Curso de Administração da Universidade Federal de Campina Grandes – Campus de Sousa. Email: mfnbarbosa@hotmail.com.br (Profissional).

3 Graduado em Direito pela Universidade Estadual da Paraíba. Especialista em Economia Rural pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Ciências Jurídicas pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professor do Curso de Direito da Universidade Federal de Campina Grandes – Campus de Sousa. E-mail: erifat@terra.com.br (Profissional).

## **ENVIRONMENTAL EDUCATION IN PUBLIC EDUCATION: PERCEPTIONS OF TEACHERS OF A BIG-PB CAMPINA SCHOOL**

**ABSTRACT:** Environmental education aims to raise awareness and educate society about the environmental problems and limitation of natural resources. In this sense, it was then approved Law No. 9795 of 1999, which established the National Policy for Environmental Education. Thus, this study aimed to analyze the environmental perception of teachers of a school of Campina Grande - PB. The research was marked in the hermeneutical-systemic methods and case study. It can be seen that teachers have no knowledge of the law establishing the Environmental Education. Points up certain distance between what is established by law and the practices carried out by teachers who show up still unaware of the minimum concepts concerning the environment and environmental education. It can be concluded by considerable ignorance of the law and the fundamentals of environmental education, which is a contributing factor to the non-inclusion of environmental education practices. Attributed to this lack of insufficient public incentives and the lack of preparation and initiative of teachers.

**KEYWORDS:** Teachers; Natural resources; National Environmental Education Policy.

### **INTRODUÇÃO**

Mais que um método de escolarização sobre as deficiências biológicas do planeta, a Educação Ambiental é um dos instrumentos mais importantes para reverter o quadro preocupante de degradação dos recursos naturais, por meio da conscientização, sensibilização e transformação dos princípios éticos, sociais e morais do indivíduo (THATHONG, 2010).

Enquanto política pública, a Lei nº 9.795 de 1999 apresentou a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA, ditando normas de propagação da política de preservação ambiental direcionada às instituições de ensino e à sociedade em geral. Pela Lei, tanto as escolas públicas como particulares devem desenvolver, no âmbito de seus currículos, a Educação Ambiental observando seus princípios e objetivos (BRASIL, 1999).

A ausência da Educação Ambiental e a falta de mudanças nos contextos educacionais predominantes na sociedade atual impossibilitará o desenvolvimento sustentável. Assim, é de extrema necessidade que a Educação Ambiental chegue até as escolas do ensino formal rompendo padrões na busca de uma nova consciência ambiental.

A percepção ambiental está inserida neste contexto ocupando espaço importantíssimo na tomada de consciência do ser humano sobre o meio ambiente, o que significa a percepção do ambiente que se está inserido, desenvolvendo o exercício de proteção e cuidado com o mesmo. Assim sendo, a percepção ambiental é essencial para que o homem compreenda as inter-relações entre o homem e o ambiente.

A educação junto à percepção ambiental desponta como instrumento na conservação do meio natural, e promove a reaproximação do homem com a natureza, garantindo melhor qualidade de vida para o futuro, já que estimula uma maior responsabilidade e respeito dos indivíduos em relação ao ambiente em que vivem (MARQUES; COLE-SANTI, 2001).

O educador é peça chave no processo de Educação Ambiental, carrega consigo o papel fundamental de intermediário na edificação de referências ambientais no contexto do ensino formal, podendo ainda implantá-la como ferramenta para a ampliação de uma prática socioambiental centrada no conceito de natureza.

A intensa mobilização dos educadores ambientais na formação dos alunos de todos os níveis de ensino exercita o espírito de cidadania, tendo como foco o meio ambiente sadio e a consciência de que os recursos naturais são finitos. Atualmente, o ensino-aprendizagem de um aluno conhecedor dos problemas e consciente da atual realidade ambiental formará, para o futuro, um cidadão colaborador com a preservação do meio ambiente.

A Educação Ambiental, quando inserida nas práticas escolares em conformidade com os parâmetros instituídos pela PNEA, permite que as instituições de ensino implantem no âmbito do conhecimento de todos os seus componentes, uma visão abrangente e consciente das relações socioambientais e econômicas.

Objetivou-se com a pesquisa identificar a percepção ambiental dos professores de uma escola pública de nível médio do Município de Campina Grande – PB, com enfoque no meio ambiente e nas possíveis práticas socioambientais aplicadas pelos docentes.

Assim, esse estudo parte do pressuposto de que a existência de relações entre as práticas pedagógicas aplicadas pelos professores seguindo as diretrizes, objetivos e princípios ditados pela PNEA permitem o alcance eficiente dos fundamentos da Educação Ambiental para sensibilização e conscientização ambiental nas instituições de ensino.

Diante dos respaldos legislativos existentes sobre a matéria, a Lei nº 9.795 que dispõe sobre a PNEA, foi criada como dispositivo legal que assegura especificamente a Educação Ambiental como direito de todos e dever do Poder Público. Assim, pergunta-se: quais as possíveis relações entre a Política Nacional de Educação Ambiental e as práticas

socioambientais, a partir da percepção dos professores, no âmbito de uma escola pública do nível médio de Campina Grande – PB?

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O método de investigação utilizado denomina-se hermenêutico-sistêmico. Este método permite compreender os sentidos jurídicos das leis, decretos, resoluções e entender as características implícitas dos documentos, instituições e entidades, além de mudanças educacionais que abordem questões ambientais. Sem embargo, também lança seu foco para explicações científicas, considerando os aspectos sociais da realidade humana (BARBOSA, 2010).

Como método de procedimento se utilizou ainda o Estudo de Caso, esse método de investigação científica tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados. O estudo de caso como método de pesquisa compreende um procedimento metodológico que envolve tudo com a lógica de planejamento congregando enfoques específicos à coleta e análise de dados. A utilização do método do Estudo de Caso pode envolver tanto situações de estudo de um único caso, quanto situações de estudo de múltiplos casos (YIN, 2001).

Escolheu-se para o estudo de caso uma instituição pública de nível médio, localizada em um bairro antigo e nobre da Zona Oeste de Campina Grande, Paraíba. A opção por esse estabelecimento educacional deu-se por possuir considerado reconhecimento no ensino do nível médio escolar e ainda pela realização de suas práticas de Educação Ambiental, sendo considerado o colégio estadual que mais possui projetos na área ambiental.

O Município de Campina Grande está situado no Estado da Paraíba a uma distância de 112 Km da capital João Pessoa no agreste paraibano. A cidade foi fundada em 1º de dezembro de 1697, tendo sido elevada à categoria de cidade em 11 de outubro de 1864. Segundo dados apurados pelo IBGE no censo de 2010 a cidade de Campina Grande possui 385.213 habitantes, sendo a segunda cidade mais populosa da Paraíba, depois da capital (IBGE, 2010). Oficialmente a cidade de Campina Grande contabiliza um número de 52 bairros.

Foram utilizados como instrumento para coleta de dados formulários semiestruturados com perguntas que buscaram coletar informações relevantes para o estudo. Os formulários foram aplicados a 22 (vinte e dois) dos 78 (setenta e oito) professores em atividade que lecionam na instituição de ensino objeto da pesquisa.

O tratamento e a análise dos dados da pesquisa foram realizados por meio do método quantitativo dos dados obtidos com as entrevistas dos atores sociais e o método qualitativo numa dimensão que colaborou para alcançar elucidacões sólidas e complementares acerca da problemática que se investiga. A utilização de ambas as técnicas permite que os elementos fortes de uma complementem as fraquezas da outra, fundamentais ao maior desenvolvimento da ciência.

A pesquisa quantitativa pondera que tudo pode ser quantificável, o que significa exprimir em números opiniões e subsídios para classificá-las e analisá-las. Demanda o uso de recursos e de procedimentos estatísticas (GIL, 2008). Para Richardson (1989), a análise qualitativa tem como objeto situações complexas ou estritamente particulares, buscando o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Meio ambiente: concepção individual dos professores**

A legislação brasileira, por meio da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 1981), entende por meio ambiente: “art. 3º, I: o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº306 de 2002 define como Meio Ambiente “o conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (CONAMA, 2002).

Santos (1996) considera que atualmente existem indicações de que não há mais sentido de se manter o velho e rígido distanciamento entre homem e mundo natural. O fato do reconhecimento do homem como parte integrante do meio ambiente, seja individual, seja coletivamente, permite uma mudança de percepção e de tomada de decisões.

A percepção dos professores sobre o conceito de meio ambiente incluiu temas como o meio ambiente formado pelos elementos da natureza por 9,09%, o lugar onde se vive (habitat) por 27,27%, a inter-relação entre o homem e a natureza por 59,09% e a qualidade do meio na visão de 4,55% (Tabela 1).

Tabela 1- A concepção dos professores sobre o conceito de meio ambiente

Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

<b>CONCEITO</b>	<b>%</b>
<b>Natureza</b>	<b>9,09 %</b>
<b>Lugar para viver</b>	<b>27,27 %</b>
<b>Interligação homem e natureza</b>	<b>59,09 %</b>
<b>Qualidade do meio</b>	<b>4,55 %</b>

Como comprovado anteriormente, a maioria dos professores entenderam o meio ambiente como a interligação entre o ser humano e o meio ambiente, estando ambos inseridos em uma cadeia complexa, onde o ser humano encontra-se inserido no meio.

Tal constatação demonstrou um conhecimento adequando por parte dos educadores tendo como base o contexto introduzido pela legislação ambiental e pela bibliografia referente.

A necessidade do conhecimento do meio ambiente é referida na PNEA quando dita seus princípios e objetivos, estabelecendo no art. 4º, destinado aos princípios básicos da Educação Ambiental estando dentre eles “a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade” (BRASIL, 1999, grifo nosso).

Além dos princípios básicos da Lei têm-se descritos os seus objetivos fundamentais que também especificam ser preciso o entendimento sobre meio ambiente, quando objetiva o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas escolhas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos (BRASIL, 1999).

O termo “meio ambiente” é considerado pelo pensamento geral como sinônimo de natureza, local a ser apreciado, respeitado e preservado. Porém é necessário um ponto de vista mais profundo no termo, estabelecer no ser humano a noção de pertencimento ao meio ambiente, no qual possui vínculos naturais para a sua sobrevivência.

### **Educação Ambiental: concepção individual dos professores**

A complexidade ambiental que o planeta enfrenta e a falta de conhecimento e sensibilização do ser humano frente a esses problemas vem contribuindo expressivamente com a degradação do meio ambiente no decorrer dos tempos. Diante dessa realidade, fica

evidente a necessidade que em todos os níveis educacionais a Educação Ambiental seja tida como elemento efetivo, obrigatório e constante do ensino no país, por servir como orientação no desenvolvimento de uma consciência ambiental sustentável e em uma sociedade ativa na defesa do meio ambiente (LEFF, 2001).

Em virtude da nítida e urgente necessidade de enfrentamento da crise ambiental contemporânea, surge a Educação Ambiental como uma expectativa promissora no âmbito do sistema de ensino, no sentido de promoção da exigência na mudança de valores sociais que levem a um processo harmonioso na inter-relação entre sociedade e meio ambiente (LAYRARGUES, 2002).

A Agenda 21, em seu Capítulo 36, define a Educação Ambiental como o processo formativo que coopera para o desenvolvimento da cidadania:

“(...) desenvolver uma população que seja consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas que lhes são associados. Uma população que tenha conhecimentos, habilidades, atitudes, motivações e compromissos para trabalhar, individual e coletivamente, na busca de soluções para os problemas existentes e para a prevenção dos novos (...)” (Capítulo 36 da Agenda 21).

A PNEA preceitua Educação Ambiental como sendo os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Segundo o entendimento dos docentes 59,08% afirmou ser a Educação Ambiental uma forma de conscientização quanto às questões ambientais. Já 18,18% acreditaram que a Educação Ambiental é o método de inserção dos conhecimentos relativos ao meio ambiente em sala de aula (Tabela 2).

Ainda, tem-se 13,64 % (Tabela 2) daqueles que compreenderam a Educação Ambiental como forma de ensinar e aprender a como preservar e cuidar do meio ambiente, enquanto que o menor número 4,45% acreditaram que seja uma disciplina específica para os ensinamentos sobre a natureza.

Interessante anotar que 4,55% dos professores admitiu não saber o que é Educação Ambiental, mesmo encontrando-se esse instrumento de gestão ambiental presente no Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição. Tal amostragem não condiz com a realidade ambiental da atualidade e aquilo que é exigido pelas políticas públicas, pelas instituições de ensino e pela legislação nacional (Tabela 2).

Tabela 2- A percepção dos professores quando ao conceito de Educação Ambiental

Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

<b>CONCEITO</b>	<b>%</b>
<b>Preservação da natureza</b>	<b>13,64 %</b>
<b>Conscientização</b>	<b>59,08 %</b>
<b>Não sabem</b>	<b>4,55 %</b>
<b>Estudo do meio ambiente</b>	<b>18,18 %</b>
<b>Disciplina</b>	<b>4,55%</b>

Mesmo os educadores demonstrando uma falta de conhecimento aprofundada da Educação Ambiental, quando se questionou qual a importância de se inserir a Educação Ambiental no âmbito da escola, pôde-se observar um posicionamento uniforme tomado por todos quando relacionaram a importância da Educação Ambiental com a conscientização, mudança de comportamento e exercício da cidadania dos alunos para a preservação do meio ambiente, preceitos estabelecidos pelo processo de Educação Ambiental.

Percebeu-se que esses professores encontram-se ainda despreparados para a Educação Ambiental, entretanto, 91% admitem que o trabalho desenvolvido nesse viés contribua para a formação básica dos alunos enquanto cidadãos críticos.

O professor precisa estar ciente da necessidade de a dimensão ambiental estar incorporada à educação. Carecem refletir sobre os motivos que justificam a necessidade da inserção da Educação Ambiental no desenvolvimento de práticas educativas, gerando o debate sobre a questão ambiental e suas decorrências, na modificação do conhecimento, dos valores e das atitudes diante de uma nova realidade a ser erguida (GUIMARÃES, 2004).

O papel desempenhado pelos professores se mostra de extrema importância na construção dos valores sociais do aluno, principalmente por ser a escola, lugar privilegiado da representação dos princípios de convívio social para que as gerações atuais e futuras se agrupem harmoniosamente ao meio socioambiental.

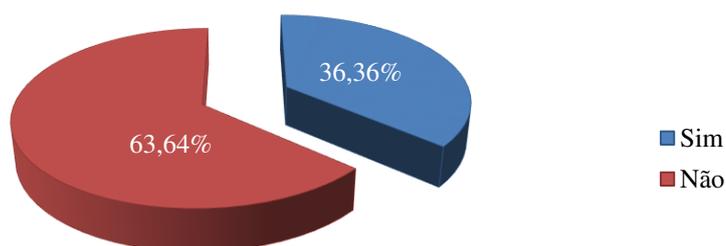
Os professores devem ser conhecedores das problemáticas ambientais e engajados na gestão ambiental utilizando-se de instrumentos que possibilitem a conscientização e sensibilização dos alunos por meio da Educação Ambiental.

## Participação em projetos ambientais no ambiente escolar

Os professores da instituição, em regra, não se encontram inseridos ou preocupados com as questões ambientais e com os conhecimentos relacionados, que se repassados contribuiriam bastante com a mudança de percepção dos alunos em prol da melhoria da qualidade de vida humana e ambiental.

Esta constatação parte do pressuposto de que, dentre os professores, 63,64% (Figura 1) não participam dos projetos ambientais realizados dentro da escola. Quantidade relativamente alta quanto a não inserção desses professores em atividades tão importantes para o desenvolvimento sustentável dos alunos.

Figura 1- Participação dos professores em projetos ambientais desenvolvidos na escola



Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

Segundo Mauro Guimarães (1995), a Educação Ambiental é um campo do conhecimento em construção e que se desenvolve na prática cotidiana daqueles que concretizam o processo educativo, os professores. A realização de projetos com o engajamento dos professores permite além de expor conceitos em sala de aula, vivenciar a realidade na prática dos alunos dentro e fora da escola, inserindo-os no contexto local, regional e global.

É fundamental que os professores, por meio de ações ou projetos ambientais, coopere para que cada aluno desenvolva as suas potencialidades e adote posturas pessoais e comportamentos sociais construtivos, colaborando para a construção de uma sociedade socialmente justa, em um ambiente saudável.

Entre os professores que disseram participar de projetos ambientais foi possível identificar quais seriam esses projetos e desse modo apontou-se o Projeto “Meio ambiente e Cidadania”; “Uso Racional da Água”; “Em defesa da água e da vida”; “Redução do

Consumo de Energia Elétrica”; “Reciclagem”, “Horta Suspensa”; “Conservação dos Recursos Hídricos e Energéticos”; e o Projeto “Culturarte”.

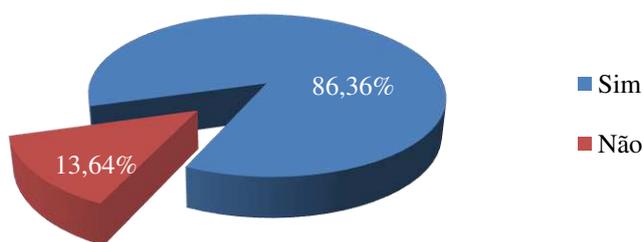
Apontaram-se divergências na opinião dos professores quanto ao fato dos educadores encontrarem ou não dificuldades para elaboração e realização de projetos de Educação Ambiental dentre as práticas pedagógicas da escola. Os 50% que afirmam a ausência de empecilhos para o desenvolvimento desses projetos, dizem não existir vontade e interesse do docente em dar o primeiro passo.

Os outros 50% apontaram que os problemas enfrentados para a inserção de projetos ambientais na escola, em parte está relacionado com a falta de conhecimento, capacitação e planejamento pedagógico, assim como também na dificuldade de adequar as temáticas ambientais a determinadas disciplinas.

### **Educação Ambiental: interdisciplinar e transversal**

Em relação aos professores que realizam abordagens ambientais em sala de aula, interligando-as com os assuntos próprios da disciplina, tem-se que 86,36% garantiram trabalhar a transversalidade e a interdisciplinaridade com os alunos, enquanto que, 13,64% admitiram não trabalharem com questões ambientais em suas disciplinas (Figura 2).

Figura 2- A realização de abordagens ambientais pelos professores em sala de aula



Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

Os docentes que asseguram agregar as questões ambientais nas disciplinas disseram que para o alcance do trabalho com a Educação Ambiental utilizavam recursos como oficinas, seminários, palestras, textos, vídeos, letras de músicas e confecção de maquetes. Importante anotar que esses professores são responsáveis por disciplinas como: Geografia, Biologia, História, Filosofia, Sociologia, Artes e Língua Portuguesa.

Lucie Sauv  (2008) assegura que o enfoque das temáticas sobre o meio ambiente,   na maioria das vezes, preferido pelos professores que se interessam pela Educa o Ambiental sob a  tica da geografia e outras ciências sociais, bem como, a biologia e outras ciências naturais.

No mesmo sentido são as li es de Medina (2001) ao aludir que entre as dificuldades enfrentadas pela Educa o Ambiental adicionam-se as formas muitas vezes simplistas com que tem sido idealizada e aproveitada, abreviando-a a processos de sensibiliza o ou percep o ambiental, geralmente orientados pela inclusão de conteúdos da área biológica ou a datas comemorativas, a exemplo do Dia do Meio Ambiente, do  ndio e da  rvore. Não se pretende denegar a seriedade desses procedimentos, tão-somente apontar que elas são imprescindíveis, mas não satisfatórias, para desenvolver conhecimentos e valores.

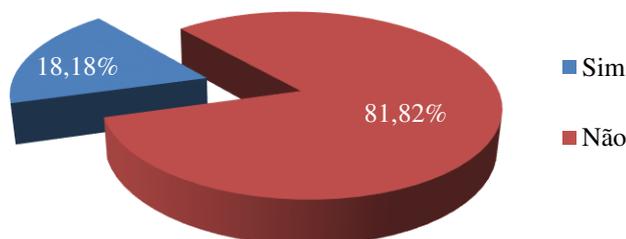
Para os educadores da institui o em comento, a Educa o Ambiental dentro da escola, de forma genérica,   tratada de forma superficial e esporádica. Esses procedimentos de ensino dependem da a o voluntária e individual dos docentes sem intera o com as demais disciplinas, não estando atrelada ao desenvolvimento pedagógico, ainda que o próprio PPP faça referências explícitas sobre a Educa o Ambiental a ser desenvolvida nas atividades escolares, revelando uma realidade meramente documental.

### **Forma o e capacita o complementar dos professores**

A PNEA, quando faz referência a Educa o Ambiental inserida no ensino formal de forma interdisciplinar e transversal, no seu art. 11 menciona a necessidade de constar a dimensão ambiental nos currículos de forma o de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas (BRASIL, 1999).

A realidade vivenciada pelos professores, objeto de estudo, mostra-se diferente da definida em Lei, isso porque 81,82% (Figura 3) dos profissionais do ensino disseram não existir nenhum incentivo e/ou investimentos para capacita o ou forma o complementar quanto   inser o da dimensão ambiental em sala de aula e na escola.

Figura 3- A existência de capacitação ou formação complementar para os professores sobre a dimensão ambiental



Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

Uma questão que vai contra os preceitos estabelecidos pela PNEA, é a ausência da capacitação dos professores para desenvolverem a Educação Ambiental, que é bem taxativa quanto a esse assunto. O parágrafo único do art. 11 da Lei preceitua que os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos seus princípios e objetivos (BRASIL, 1999).

Em meio às linhas de atuação da PNEA, encontra-se estabelecido a capacitação de recursos humanos, a voltar-se-á para a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos docentes de todos os níveis e modalidade de ensino, o que inclui nesse rol o ensino médio.

A carência de cursos de aperfeiçoamento e capacitação para esses profissionais dificulta o processo de estímulo e fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social, que serviria de alicerce para a garantia de continuidade e permanência da Educação Ambiental no processo educativo.

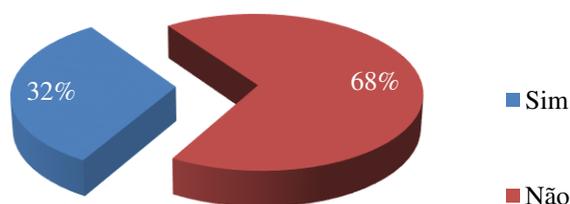
Os professores que acentuam a realização de capacitação complementar das problemáticas ambientais, em consonância com as suas áreas de atuação, revelaram que essas atualizações são ainda pouco profundas, sendo efetivadas por meio apenas de palestras e/ou seminários.

## Conhecimento acerca da Política Nacional de Educação Ambiental

Então, indagou-se individualmente dos professores se entre as práticas da docência pôde-se absorver algum conhecimento sobre a lei 9.995/99 que trata da Educação Ambiental, predominantemente 68% afirmaram não ter informações sobre o assunto (Figura 4).

Aqueles 32% (Figura 4) que responderam conhecer a lei federal sobre a Educação Ambiental, entretanto, não souberam tecer comentários sobre qual o teor da norma e do que ela especificamente trata.

Figura 4- Conhecimento dos professores sobre alguma norma que verse sobre a Educação



Fonte: Pesquisa de Campo (2013)

No que diz respeito à PNEA, existe entre os professores uma lacuna no que tange ao conhecimento da lei, bem como das diretrizes da Educação Ambiental recentemente aprovadas, e que sem o conhecimento destas informações e de outros importantes documentos de referência, a Educação Ambiental permanecerá sendo desenvolvida em um formato estanque, fragmentado e limitado.

Sendo, então, a Educação Ambiental legitimada e analisada como um elemento eficaz e constante da educação nacional é essencial que o corpo docente de todas as instituições de ensino formal tenha acesso a esta lei e aos demais documentos que a corroboram. De outra forma, estes espaços de ensino não poderão ser coerentes com o que na lei está explícito.

## CONCLUSÕES

Com relação ao conceito de meio ambiente a maioria dos professores entenderam o meio ambiente como a interligação entre o ser humano e o meio ambiente, tal afirmação demonstrou um conhecimento adequado por parte dos educadores tendo como base o contexto introduzido pela legislação ambiental e pela bibliografia referente.

O conceito de Educação Ambiental foi visto pelos professores, assim como apontado pelos pesquisadores e aplicadores da Educação Ambiental, como forma de conscientização, processo de construção de cidadania. Esse entendimento dos professores não significa afirmar que os mesmos estão especializados e/ou preparados para fazer Educação Ambiental.

Existe por parte de poucos professores, a elaboração de projetos pedagógicos a serem realizados dentro da escola com os alunos e que tratam da preservação ambiental e de fontes alternativas de conservação dos recursos naturais, o que poderia ser considerado fator contribuinte à Educação Ambiental.

Positivamente, se identificou a presença de atividades realizadas por alguns professores isoladamente, inserindo nos conteúdos de suas disciplinas a ponte com a temática ambiental, o que demonstrou interesse por parte desses docentes em inserir a Educação Ambiental na formação dos alunos.

Esses professores conseguem de forma simples, seja com ilustrações, músicas e textos, chamar a atenção dos alunos para os problemas ambientais que o planeta enfrenta e para as possíveis consequências futuras caso as ações humanas não passem por um processo de conscientização.

Aos docentes entrevistados, observou-se como empecilho à inserção da Educação Ambiental a tradicionalidade do ensino por professores que estão, em geral, há mais de trinta anos no exercício da docência e se recusam a adotar medidas mais condizentes com a realidade vivenciada.

A dificuldade encontrada pelos professores se refere à falta de incentivos por parte da diretoria e ainda pela inércia do Poder Público Estadual, não existe capacitação ou formação complementar para os professores no intuito de os especializarem a inserir as questões ambientais por meio da Educação Ambiental. Essa capacitação permitiria ainda que eles tivessem certa noção da legislação pertinente e a partir de então se conseguiria ampliar as oportunidades de eficácia da PNEA.

A PNEA tem o condão de alcançar a Educação Ambiental nas instituições de ensino, no entanto, conclui-se que a PNEA está andando a passos lentos na escola analisada, podendo-se até afirmar que o conhecimento da lei por parte dos professores ainda é inexistente e que seus preceitos estão longe de alcançarem eficácia nos moldes das atividades desenvolvidas pela escola.

A ausência da Educação Ambiental, nas instituições de ensino, só vem a dificultar o processo de mobilização social em relação às condições de sustentabilidade do planeta e das interações sociais. Realidade observada na escola objeto de estudo quando da análise da percepção dos professores sobre meio ambiente e Educação Ambiental.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, E. M. Método hermenêutico-sistêmico aplicado ao direito ambiental e dos recursos naturais. **Fórum de direito urbano e ambiental – FDUA**, Belo Horizonte, ano 9, n. 50, p. 35-40, mar./abr. 2010.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9795htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795htm)>. Acesso em: 12 nov. 2015.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 Ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 306, de 05 de julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, de 19 de julho de 2002, Seção 1, páginas 75-76. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=306>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

GIL, A. C.. **Como Elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBAL. **Agenda 21**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. 7. ed. Campinas - SP: Papirus, 1995.

GUIMARÃES, M. **A Formação de Educadores Ambientais**. 3. ed. Campinas, SP: Papirus, 2004.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

LAYRARGUES, P. P. A conjuntura da institucionalização da política nacional de educação ambiental. **OLAM - Ciência & Tecnologia**. Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 1-14, abr. 2002.

LEFF, E. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade e Poder**. Petrópolis, Vozes, 2001.

MARQUES, D. V.; COLESANTI, M. T. M. Uma proposta de educação ambiental: o bosque John Kennedy - Araguari - MG. In: **ENCUENTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA**, 8., 2001, Santiago. Resúmenes... Santiago: Universidad de Chile, 2001. Disponível em: <<http://www.ichs.ufop.br/conifes/anais/EDU/edu0302.htm>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

MEDINA, N. M. A formação dos professores em Educação Ambiental. In: **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental**. Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC; SEF, 2001.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

SANTOS, M. E. P. dos. Algumas considerações acerca do conceito de sustentabilidade: suas dimensões política, teórica e ontológica. In: RODRIGUES, A. M. **Desenvolvimento sustentável, teorias, debates e aplicabilidades**. Campinas: UNICAMP/IFCH, 1996, p. 13-48.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. (Orgs.). **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2008, p. 17-45.

THATHONG, K. A study of suitable environmental education process for Thai schools context. **Research in Higher Education Journal**, 7, 2010, p. 1–7. Disponível em: <<http://www.aabri.com/manuscripts/09378.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.



# EFEITOS DA ESCASSEZ HÍDRICA SOBRE A POPULAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL, PARAÍBA

Dalva Damiana Estevam da Silva<sup>1</sup>, João Miguel de Moraes Neto<sup>2</sup>  
e Maria Aparecida Cordeiro Florentino de Lima<sup>3</sup>

**RESUMO:** Um dos recursos mais importantes do planeta é a água, sendo que a água de boa qualidade está se tornando cada vez mais escassa. No Brasil a região semiárida apresenta precipitações irregulares e mal distribuídas, resultando em períodos secos e chuvosos. Assim, a estiagem ocorre todos os anos, ocasionando em escassez hídrica frequente. Este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da escassez hídrica sobre a população urbana do município de Princesa Isabel, Paraíba. A metodologia envolveu pesquisas bibliográficas em livros e artigos de periódicos, bem como, pesquisa de campo com visitas *in loco* com registro fotográfico da área de estudo. Na zona urbana estão situados dois reservatórios, cujas águas foram poluídas devido ao lançamento de efluentes sem tratamento. O açude Jatobá II é a única fonte de abastecimento urbano, fica a aproximadamente 5 km da cidade, abasteceu a zona urbana e sítios circunvizinhos até o mês de junho de 2015, quando entrou em colapso. O reservatório passa por uma situação crítica, devido à seca, mas também pelas atividades exercidas na sua bacia hidrográfica, isso fez com que o açude fosse assoreado, outro contribuinte foi à ausência da mata ciliar nas suas margens e o crescimento populacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Seca; Recursos hídricos; Semiárido.

---

1 Mestranda do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola –UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: dalvaestevami-fpb@gmail.com.

2 Professor do Dept. de Engenharia Agrícola - UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: moraes@deag.ufcg.edu.br.

3 Tecnóloga em Gestão Ambiental - IFPB, Princesa Isabel-PB. E-mail: cidaflorentino2013@gmail.com.

## **EFFECTS OF WATER SCARCITY ABOUT THE URBAN POPULATION OF THE MUNICIPALITY OF PRINCESA ISABEL, PARAIBA**

**ABSTRACT:** One of the most important resources of the planet is water, and the good quality water is becoming increasingly scarce. Brazil in the semi-arid region has erratic rainfall and poorly distributed, resulting in dry and rainy periods. Thus, drought occurs every year, resulting in frequent water shortages. This study aimed to analyze the effects of water scarcity on the urban population of the municipality of Princesa Isabel, Paraíba. The methodology involves bibliographic research in books and journal articles, as well as field research with on-site visits with photographic documentation of the study area. In the urban area are situated two reservoirs, whose waters have been polluted due to discharge of effluents untreated. The dam Jatoba II is the only source of urban water supply, is about 5 km from the city, fueled the urban area and surrounding sites until June 2015, when collapsed. The reservoir undergoes a critical situation due to drought, but also by activities carried out on the watershed, this has meant that the dam was silted up, another contributor was the absence of riparian vegetation on its banks and population growth.

**KEYWORDS:** Drought; Water resources; Semiarid.

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil possui a região semiárida mais populosa do mundo, nessa área as precipitações são irregulares e mal distribuídas, ocasionando períodos secos e chuvosos. De acordo com Medeiros et al., (2013) o Semiárido Brasileiro estende-se por oito Estados da região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) mais o Norte de Minas Gerais, totalizando uma extensão territorial de 980.133,079 km<sup>2</sup>.

Desde 2012 observa-se uma intensa redução dos índices pluviométricos na região Nordeste. Esse fenômeno climático tem prejudicado de forma significativa a oferta de água para o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro (ANA, 2014). Nos anos subsequentes essa situação ficou ainda mais crítica, levando ao colapso diversos reservatórios não só na região Nordeste, mas em boa parte do país.

No Nordeste a falta de gestão dos recursos hídricos e a alta demanda no consumo de água agravam a situação, sendo necessário a criação de infraestrutura capaz de suportar

os períodos secos. Para Souza Filho (2011) o potencial hídrico do semiárido ainda não foi totalmente ativado devendo-se construir, frequentemente, reservatórios para ativá-lo.

Outro problema nessa região são as atividades antrópicas que agravam ainda mais essa problemática tais como: desmatamento, queimadas, agricultura, urbanização, pecuária, etc. Essas atividades desenvolvidas pelo homem são comumente realizadas no entorno dos mananciais ou em suas bacias hidrográficas poluindo as águas. O crescimento populacional nessas áreas também contribui com o aumento do consumo de água.

Neste sentido, o município de Princesa Isabel passa por escassez hídrica, entretanto, dispõe de dois açudes o Padre Ibiapina e o Macapá situados no perímetro urbano que possuem água, porém, estão impróprias para consumo humano e para os múltiplos usos. Isso ocorreu devido à poluição por efluentes lançados sem tratamento diretamente nos corpos hídricos.

O açude Jatobá II está a aproximadamente 5 km da zona urbana, sendo a única fonte de abastecimento público, atualmente está em colapso. A população por sua vez passa por uma situação crítica tendo que comprar água para consumo e para a realização das atividades diárias. Para amenizar a situação foram instaladas aproximadamente 20 caixas d'água distribuídas pelos diferentes bairros da cidade com capacidade para armazenar 5 mil litros de água, essa ação foi realizada pela prefeitura municipal, além disso, comerciantes também doaram algumas caixas d'água visando uma melhor distribuição para os munícipes.

O abastecimento da zona urbana e da região está sendo realizado por carros-pipas que retiram a água do açude Tavares II, situado no município de Tavares e Catolé I no município de Manaíra.

Diante da crise hídrica que assola a região é preciso ter consciência da necessidade de um uso racional e sustentável dos recursos hídricos, tendo este como um bem público.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi realizado no município de Princesa Isabel, localizado na Microrregião Serra do Teixeira, no estado da Paraíba. O município já foi abastecido por vários açudes, entretanto, existe algo em comum, todos foram poluídos, poluição esta advinda da ação antrópica.

Inicialmente realizou-se uma pesquisa em artigos especializados e livros para construção do embasamento empírico e teórico. Para coleta de dados utilizou-se a observação direta com visitas in loco na área de estudo. Nesta fase, foi realizado um registro fotográfico para visualização das áreas impactadas no entorno do reservatório, fase importante para registrar os aspectos analisados à medida que foram sendo coletados e analisados os dados, para posterior compilação, com foco no objetivo de estudo. Utilizou-se ainda os programas *Google Earth* e *Paint* para busca e tratamento das imagens.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Localização do município de Princesa Isabel-PB

O município de Princesa Isabel, está localizado na região oeste do Estado da Paraíba, limitando-se a Oeste com São José da Princesa e Manaíra, a Norte Nova Olinda, Pedra Branca e Boa Ventura, a Leste Tavares e ao Sul com Flores em Pernambuco (BELTRÃO et al., 2005) (Figura 1). O município possui 21.283 habitantes, com área de 368 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). A sede municipal apresenta uma altitude de 680m e coordenadas geográficas de 37° 59' 34'' longitude Oeste e 07° 44' 13'' de latitude Sul (BELTRÃO et al., 2005).

Figura 1– Localização da área de estudo no Brasil, Paraíba e na Microrregião Serra do Teixeira.

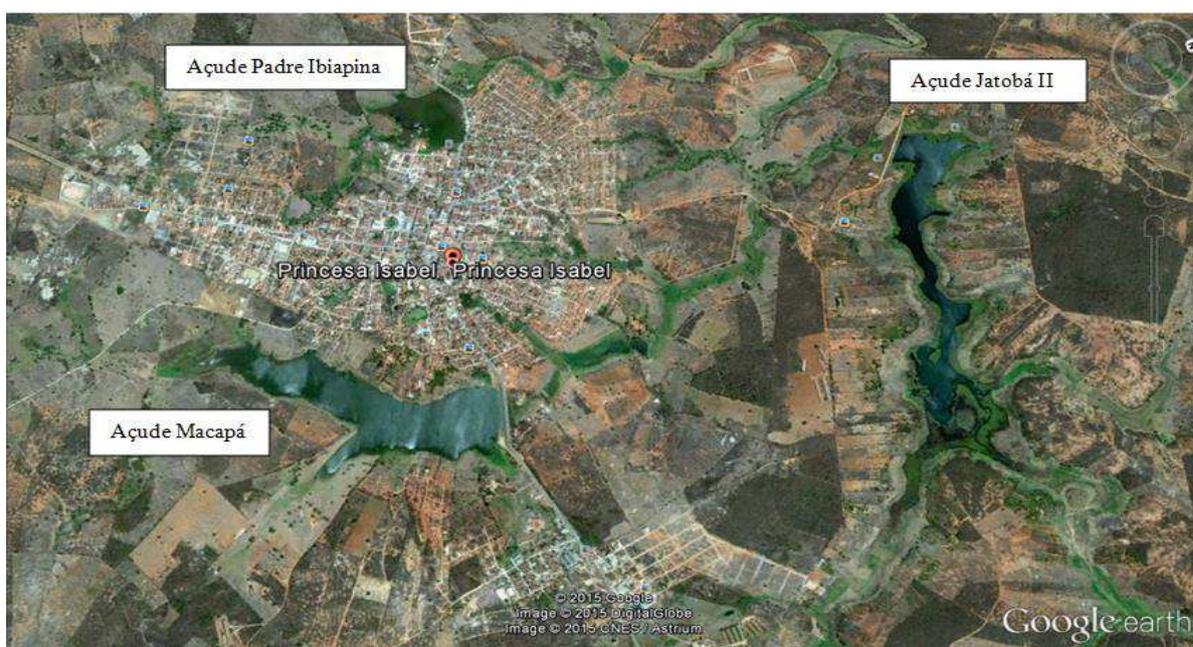


Fonte: Adaptado da AESA (2015)

## Caracterização do Açude Jatobá II

O açude Jatobá II está situado a aproximadamente 5 km da zona urbana de Princesa Isabel-PB, teve sua construção iniciada em 10 de dezembro de 1954 e concluída em dezembro de 1956, com capacidade de armazenamento inicial de 7.600.000 m<sup>3</sup>, conforme a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2015). O açude Jatobá II foi construído após indícios de poluição dos açudes Padre Ibiapina e Macapá que abasteceram a zona urbana.

Figura 2- Localização do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel



Fonte: *Google Earth* (2015).

Devido à seca o açude entrou em colapso, porém, vários fatores contribuíram para que essa situação ocorresse tais como: construções irregulares as suas margens, agropecuária, retirada da mata ciliar, indústrias avícolas (ganjas) etc.

De acordo com a resolução n° 302/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)<sup>1</sup>, o açude Jatobá II pode ser caracterizado como um reservatório artificial<sup>2</sup> e deve ter Área de Preservação Permanente.

<sup>1</sup> Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

<sup>2</sup> De acordo com o artigo 2° da Resolução n° 302/2002 do CONAMA, Reservatório artificial é a acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos.

O artigo 3º da mesma resolução estabelece que:

Art. 3º - Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de: I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais [...].

Segundo Silva et al., (2012), [...] a largura da APP está sendo descumprida, [...] as construções estão irregulares, praticamente dentro do reservatório, ao contrário da Resolução nº 302/2002 que define APP de trinta metros para a zona urbana e de cem metros para áreas rurais para preservação e recomposição natural da mata.

Outro problema é a construção de barragens e/ou barreiros no curso do principal riacho que deságua no Jatobá II. Todos esses fatores contribuíram para que o reservatório chegasse à essa situação crítica (Figura 3).

Figura 3– Assoreamento no açude Jatobá II (A), volume de água (B)



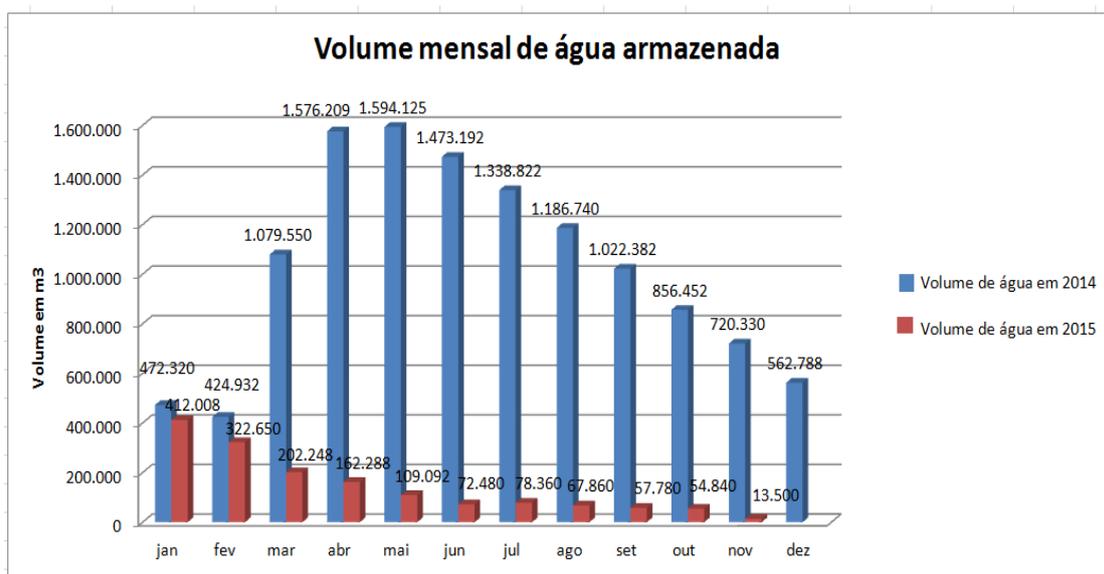


Fonte: M<sup>a</sup> Aparecida C. F. Lima (2015).

Com o passar das décadas pela falta de manutenção e devido as atividades antrópicas realizadas no entorno do açude Jatobá II, a capacidade de armazenamento total diminuiu, estando atualmente com 6.487.200 m<sup>3</sup>. O açude Jatobá II encontra-se em colapso com um volume correspondente ao mês de novembro de 2015 de 13.500 m<sup>3</sup> de água, o que corresponde a 0,2% de sua capacidade (AESAs, 2015).

No ano de 2014 o reservatório possuía um volume razoável de água (Figura 4), que não inspirava preocupação, pois o período chuvoso nessa região inicia-se em novembro e se estende até o mês de março, no entanto, as chuvas não ocorreram como esperado e a população sofre com a falta de água.

Figura 4– Volume das águas do açude Jatobá II entre os anos de 2014 e 2015



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2015).

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2014 as chuvas não foram significativas, porém, nos meses de março, abril e maio houve um aumento significativo no volume armazenado, devido às chuvas ocorridas na região. Essas chuvas na região deixaram o reservatório com uma quantidade razoável de água para abastecimento como mostrado no gráfico acima, a situação hídrica do açude Jatobá II era confortável, isso fez com que não houve nenhuma ação para economizar e/ou racionar a água para prolongar o abastecimento d'água na zona urbana.

A partir do mês de junho de 2014 o volume armazenado começou a diminuir, sendo essa redução ocasionada pelo consumo desenfreado de água por parte da população e pela evaporação. Em 2015 as chuvas não ocorreram como nos anos anteriores fazendo com que o volume d'água diminuísse progressivamente, fazendo com que o açude Jatobá II secasse e entrasse em colapso deixando a população urbana sem água nas torneiras. Após cinco décadas de sua construção essa é a primeira vez que o açude Jatobá II seca.

A reconstrução do açude se faz necessária para que haja o desassoreamento do reservatório. Neste sentido, a mata ciliar é de grande importância uma vez que protege o corpo hídrico, atuando como um filtro, impedindo a erosão e também o contato direto de resíduos e substâncias poluentes com a água, além disso, evita que a água evapore com facilidade.

## A crise hídrica e o desabastecimento da zona urbana do município de Princesa Isabel

O açude Jatobá II encontra-se com um volume mínimo e o abastecimento para a zona urbana foi cessado, prejudicando a população que só dispõe deste reservatório para o abastecimento urbano. Dessa forma, essa é uma situação preocupante visto que o açude é a única fonte de água utilizada para abastecimento da cidade e de muitas comunidades que ficam no seu entorno.

Com o desabastecimento da zona urbana a população enfrenta uma situação crítica, tendo que comprar água para a realização das atividades domésticas diárias e para consumo humano. Outra solução encontrada foi a instalação de aproximadamente 20 caixas d'água pela prefeitura municipal que podem armazenar 5 mil litros de água, distribuídas por todos os bairros para abastecer a população, cada pessoa tem direito a receber 2 latas d'água. Além disso, empresários doaram caixas d'água visando uma melhor distribuição de água para a população (Figura 4).

Figura 4– Transporte particular de água para abastecimento (A), caixas de água para abastecimento da população (B)





Fonte: M<sup>a</sup> Aparecida C. F. Lima (2015)

A água para abastecimento da população do município de Princesa Isabel está sendo retirada do açude Catolé I situado no município de Manaíra que possui capacidade de armazenamento total de 10.500.000 m<sup>3</sup> de água, porém, sua capacidade foi reduzida devido a seca estando atualmente com 6.467.494 m<sup>3</sup>, correspondendo a 61,6% de sua capacidade e do Açude Tavares II (Figura 5), que tem capacidade para armazenar 9.000.000 m<sup>3</sup>, estando a 10km de distância da zona urbana do município de Tavares, este abastece a cidade e os povoados de Belém e Jurema situados na porção norte do município de Tavares. Apesar da seca que atinge a região o reservatório possui 6.421.222 m<sup>3</sup> de água, ou seja, está com 71,4% da sua capacidade de armazenamento (AESAs, 2015).

Figura 5– Açude Tavares II



Fonte: Prefeitura municipal de Tavares (2012)

Recentemente a retirada da água do açude Tavares II por carros pipas particulares, que estavam comercializando a água foi proibida, essa medida foi tomada em virtude da seca. A retirada é permitida para os carros-pipas oficiais e que tenham autorização da operação carro-pipa em parceria com o Exército. Essa mesma medida foi tomada pelos representantes do município de Manaíra em virtude da seca, sendo permitida a retirada de água somente por carros pipas oficiais da operação carro pipa do Exército.

No entanto, uma polêmica envolve o reservatório Tavares II, onde existe a possibilidade de ser construída uma adutora para levar água para o município de Princesa Isabel, essa possibilidade deixou os munícipes de Tavares surpresos, pois o reservatório foi construído com base na população do município, sendo incapaz de suportar uma demanda imensa, o somatório da população das duas cidades é de aproximadamente 35 mil habitantes, sendo esta alternativa para muitos totalmente inviável, podendo ocasionar o desabastecimento dos dois municípios em virtude da seca severa que atinge a região.

Os munícipes de Tavares permanecem receosos e muitos são contra essa atitude política, pois os habitantes do município passaram por situação semelhante há anos atrás, onde passaram aproximadamente cinco anos sofrendo com a seca e a falta de água nas torneiras.

Cabe a todos reflexão, porém, existem muitas formas para solucionar tal situação, uma delas seria a adução das águas da adutora do Pajéu que irá transportar águas do Rio São Francisco para a região do Pajéu de Pernambuco, essa é uma obra imensa que beneficiará muitos municípios pernambucanos e que passa pelos municípios vizinhos de Princesa Isabel como Flores/PE e Triunfo/PE.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que o reservatório principal Jatobá II está seco, o açude Macapá permanece com uma quantidade razoável de água, que seria uma alternativa para a população se não estivesse com suas águas contaminadas.

As águas que abastecem a população estão sendo retiradas dos açudes Catolé I e Tavares II, recentemente soube-se que existem planos políticos para construir uma adutora para levar água do açude Tavares II para o município de Princesa Isabel, esta ação para a muitos é inviável, pois o reservatório foi construído para abastecer uma população de 10.000 habitantes, sendo que o somatório dos habitantes de ambos os municípios corresponde a aproximadamente 35.000 habitantes, o que poderia deixar ambos os municípios desabastecidos em poucos meses, devido à falta de planejamento e gestão dos recursos hídricos nessa região.

Existem alternativas viáveis, como a adução da adutora do Vale do Pajéu, a construção de cisternas para captação de água da chuva, a reconstrução do açude Jatobá II, além disso, a gestão dos recursos hídricos deve ser prioridade, pois há indícios que várias barragens foram construídas ao longo do curso do principal riacho que deságua no açude Jatobá II, todos esses fatores contribuíram para a situação atual em que se encontra a população do município, porém, se torna cômodo para alguns atores da sociedade a não realização de estudos de viabilidade com profissionais capacitados, bem como, a solicitação da construção de uma adutora sem medir as consequências futuras para ambos os municípios.

Outro fator contribuinte foi o crescimento populacional nas últimas décadas aumentando o consumo de água. Nessa região está situado o açude Saco localizado no município de Nova Olinda que tem capacidade para armazenar 97.488.089 m<sup>3</sup> e atualmente encontra-se com 23.724.142 m<sup>3</sup> o que corresponde a 24,3% de sua capacidade, porém estudos de viabilidade necessitariam ser realizados e a obra seria dispendiosa.

A longo prazo a construção de novos reservatórios nesta região se faz necessário,

pois muitos reservatórios foram construídos há décadas quando a população era bem menor, estando atualmente assoreados e com a capacidade de armazenamento reduzida, necessitando de reconstrução.

## **AGRADECIMENTOS**

A UFCG e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

## **REFERÊNCIAS**

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Volumes observados**. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaUltimosVolumesPorMunicipio>> Acesso em: 22 mai. 2015.

ANA- Agencia Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil** – Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. 2014. Disponível em <<http://conjuntura.ana.gov.br/docs/crisehidrica.pdf>>. Acesso em: 4 nov. 2015.

BELTRÃO, B. A. (Org.); MORAIS, F; MASCARENHAS, J. C; MIRANDA, J. L. F; SOUZA JÚNIOR, L. C; MENDES, V. A. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado da Paraíba**: diagnóstico do município de Princesa Isabel, Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 302, DE 20 DE MARÇO DE 2002. Disponível em: <[http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002\\_Res\\_CONAMA\\_302.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002_Res_CONAMA_302.pdf)>. Acesso em 23 out. 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE: Cidades@: Princesa Isabel-PB**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=251230>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

MEDEIROS, S. S.; PEREZ-MARIN, A. M.; REIS, C. F.; SORIANO, J. J.; SANTOS, D.

B.; PEREIRA, D. D. **Estiagem e Seca no Semiárido Brasileiro**. 2013. (FOLHETO INFORMATIVO).

SILVA, D. D. E.; ALVES, D. F. S.; SOUSA, J. E.; MELO, M. S.; NOBREGA, J. E. Análise de degradação ambiental no entorno do açude Jatobá II, localizado no município de Princesa Isabel, PB. In: VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO - VII CONNEPI, 2012, Palmas, TO. **Anais...** Palmas.

SOUZA FILHO, F. A. **A política nacional de recursos hídricos**: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. DE S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. DE O.; PAZ, V. P. DA S. (Org.). Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011, p. 29-53.

## **ESPAÇOS LIVRES DE CAMPINA GRANDE: CONFORTO TÉRMICO PARA QUALIDADE DE VIDA URBANA**

Laíse do Nascimento Cabral<sup>1</sup>, Monalisa Cristina Silva Medeiros<sup>2</sup>  
e Claudean Martins da Gama<sup>3</sup>

**RESUMO:** O clima urbano é definido pelas características do clima regional, pela forma urbana e pelas atividades humanas desenvolvidas na cidade. Assim, partindo da hipótese de tendência de estabilidade da escala regional do clima, o homem, através de suas ações e de seu papel no processo de ocupação, capaz de alterar a forma urbana (conformação das características do sítio *versus* massa edificada), possibilita alterações no clima urbano. Conforme a problemática apresentada tem-se como objetivos identificar os espaços livres de Campina Grande quanto ao seu conforto térmico para qualidade de vida urbana, através de geotecnologias que identifiquem o mapeamento vegetativo e de temperatura. Como sugestão este trabalho vem propor a construção de espaços verdes, principalmente em vias públicas e um estudo mais avançado para dimensionar estratégias para responder as alterações climáticas (neste caso em detrimento da temperatura e da vegetação) nas cidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologias; Sensoriamento Remoto; Urbano.

---

1 Geógrafa, Mestra e Doutoranda em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB, Fone: (083) 99814-1615, laise.ufcg.rm@gmail.com.

2 Geógrafa, Mestra e Doutoranda em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB.

3 Geógrafo e Mestrando em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB.

## **FREE SPACES OF CAMPINA GRANDE: THERMAL COMFORT FOR QUALITY OF URBAN LIFE**

**ABSTRACT:** The urban climate is defined by the characteristics of the regional climate, the urban form and by human activities in the city. Thus, on the assumption of regional climate scale stability trend, man, through his actions and his role in the occupation process, capable of changing the urban form (conformation of the characteristics of the site versus built mass) enables changes in urban climate. As the problem presented has been aimed at identifying open spaces of Campina Grande as to its thermal comfort for urban quality of life through geo identifying vegetative mapping and temperature. As suggestion this work proposes the construction of green areas, mainly roads and a more advanced study to scale strategies to address climate change (in this case at the expense of temperature and vegetation) in cities.

**KEYWORDS:** Geotechnology; Remote sensing; Urban.

### **INTRODUÇÃO**

A partir do começo do século XXI a cidade de Campina Grande, assim como a maioria das cidades brasileiras, apresentou um intenso e acelerado processo de urbanização, fato este que ainda propaga-se e é remanescente deste período.

Aliados a esta dinâmica surgem inúmeros problemas de ordem socioambiental que afetam diretamente a qualidade de vida da população. De acordo com Troppmair (1987) o sistema urbano apresenta condições geológicas específicas que alteram profundamente as condições naturais, com reflexos decisivos para os seres humanos. “As pressões exercidas pela concentração de população e de atividades geradas pela urbanização e industrialização concorrem para acentuar as modificações do meio ambiente, com comprometimento da qualidade de vida” (MONTEIRO, 1987).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), ferramenta largamente utilizada em estudos ambientais, têm se revelado bastante eficiente no suporte ao levantamento de dados, sobretudo em maiores escalas. A aplicação de técnicas de processamento digital de imagens referenciadas geograficamente também tem sido utilizada para fornecer dados referentes ao uso e ocupação do solo, bem como a vegetação, e dos mais variados espaços, sejam urbanos ou rurais, assim como a temperatura, albedo, balanço de radiação entre outros.

Entre os impactos ambientais do meio urbano que afetam a qualidade de vida destacam-se principalmente os associados à contaminação de mananciais, as inundações urbanas, os deslizamentos de terra, a retirada da cobertura vegetal e ausência de áreas verdes, a alteração das condições climáticas, como a poluição atmosférica e formação de ilhas de calor (GOMES; QUEIRÓZ, 2013).

Segundo Oliveira (1993), o clima urbano é definido pelas características do clima regional, pela forma urbana e pelas atividades humanas desenvolvidas na cidade. Assim, este autor, partindo da hipótese de tendência de estabilidade da escala regional do clima, aponta o homem, através de suas ações e de seu papel no processo de ocupação, capaz de alterar a forma urbana (conformação das características do sítio *versus* massa edificada); possibilitando alterações do clima urbano.

Sabe-se que os aglomerados urbanos possuem problemas diversos, tais como: infraestrutura, saneamento, moradia, má distribuição de renda, dentre outros problemas socioeconômicos. Além destes, incorpora-se também os problemas de ordem ambiental ou socioambientais, com as construções verticais e vias cada vez mais asfaltadas e arranjadas pelo concreto, comprometendo assim a qualidade de vida urbana no tocante aos problemas advindos do conforto térmico para os indivíduos.

De acordo com Mendonça e Assis (2001), a forma do meio urbano pode obstruir os canais de ventilação, ocasionando um aumento de temperatura e gerando fenômenos como ilha de calor e inversão térmica. Estas adversidades, por sua vez, causam problemas referentes à saúde, aumento nos gastos de energia, bem como danos sociais e materiais devido à mudança dos parâmetros climáticos locais.

Conforme a problemática apresentada tem-se como objetivos identificar os espaços livres de Campina Grande quanto ao seu conforto térmico para qualidade de vida urbana, através de geotecnologias que identifiquem o mapeamento vegetativo e de temperatura. Para tanto seguem os seguintes objetivos específicos: Gerar os *shapes* dos mapas dos espaços livres públicos de Campina Grande, bem como o da vegetação e o de temperatura; Inferir pesos para as variáveis de temperatura, vegetação; Sobrepor os mapas dos espaços livres com o mapa de temperatura para verificar as áreas mais quentes e mais frias e/ou amenas de Campina Grande, e sobrepô-los ao mapa de vegetação para observar se onde as temperaturas são mais amenas ou frias corresponde às áreas vegetadas. Cruzar todos os dados encontrados para gerar o mapa indicando as áreas de conforto.

Estas áreas verdes preservadas por particulares se adicionam às áreas verdes públicas, praças, parques e outros domínios, criadas e mantidas pelo poder público municipal.

Esta realidade efetivamente cria uma aglomeração urbana muito aprazível e acolhedora para o assentamento individual do grupo familiar.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para o mapa dos espaços livres públicos e para o mapa de vegetação foram obtidos através de CD-ROM da Quapá-SEL Campina Grande (Os Sistemas de Espaços Livres Urbanos na constituição da forma urbana contemporânea no Brasil: o caso de Campina Grande). Os dados de temperatura foram obtidos a partir de imagens de satélite LANDSAT 8-OLI, projeção latlong, datum WGS84 UTM Zona 25, órbita 214, ponto 065 de 01/04/2014, foi necessário reprojeta-las para sul. As imagens estão disponíveis de forma gratuita no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos-USGS. O formato dos dados disponibilizados é um TXT (metadados) (onde estão localizados os dados necessários para a obtenção da temperatura de superfície) e GeoTIFFs em arquivo compactado com cerca de 1 GB (comprimido) a cerca de 2 GB (descompactado) a resolução radiométrica é de 16 Bits e tratada e disponibilizada com pixel de 30 metros.

O método empregado para obtenção da temperatura em graus célsius seguiu o mesmo modelo adotado por Pires e Ferreira Jr (2015) que consiste na utilização da Banda 10 do LANDSAT 8-OLI - Infravermelho Termal/TIRS 1 (10.6 - 11.19  $\mu\text{m}$ ) 100 m. O software utilizado foi o ArcGis 10.1 versão de avaliação trial.

A conversão de Números Digitais (ND) para radiância espectral no topo da atmosfera ( $L_\lambda$ ) das bandas do instrumento imageador TIRS tem que ser processada com base na seguinte equação:

$$L_\lambda = M_L Q_{\text{cal}} + A_L \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que:  $L_\lambda$ : radiância no topo da atmosfera ( $\text{W/m}^2 \text{srad } \mu\text{m}$ );  $M_L$ : fator multiplicativo reescalado da radiância para a banda específica (RADIANCE\_MULT\_BAND\_10);  $Q_{\text{cal}}$ : Número Digital (ND) do pixel;  $A_L$ : fator aditivo reescalado da radiância para a banda específica (RADIANCE\_ADD\_BAND\_10);

Para os dados termais do Landsat 8, as bandas do sensor Thermal InfraRed Sensor (TIRS) podem ser convertidas de radiância espectral no topo da atmosfera para temperatura de brilho no sensor. A temperatura de brilho no sensor ou temperatura radiante ( $T_{\text{rad}}$ ) assume que a Terra é um corpo negro, isto é, com emissividade igual a 1, e inclui efeitos

atmosféricos como absorção e outras emissões ao longo do caminho superfície-sensor sendo estimada pela seguinte equação:

$$T_{\text{rad}} = K_2 / \ln (K_1/L_\lambda + 1) \quad \text{Eq. (2)}$$

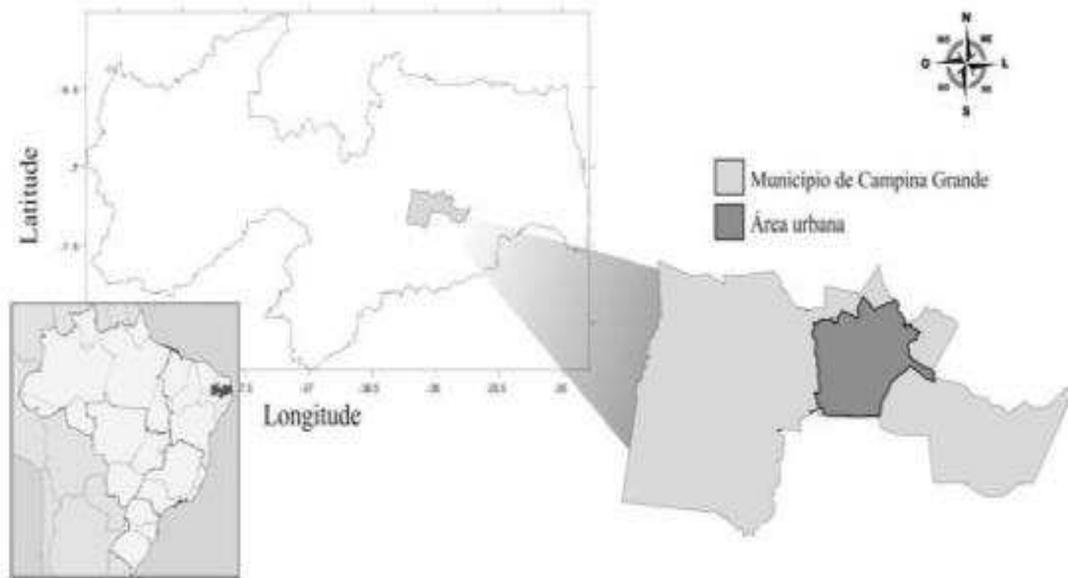
Em que:  $T_{\text{rad}}$ : temperature de brilho do sensor ou temperature radiante (K);  $K_2$ : constante termal da banda específica ( $K2\_CONSTANT\_BAND\_10$ );  $K_1$ : Constante termal da banda específica ( $K1\_CONSTANT\_BAND\_10$ );  $L_\lambda$ : radiância espectral no topo da atmosfera ( $\text{W/m}^2 \text{srad } \mu\text{m}$ ). A temperatura de brilho no sensor em °C (graus Celsius) é dada por:  $T_{\text{rad}} (\text{°C}) = T_{\text{rad}} - 273,15$ .

### **Localização da área de estudo**

A sede do município de Campina Grande está situada na Mesorregião Geográfica do Agreste Paraibano, na Zona Centro Oriental da Paraíba no planalto da Borborema. A cidade de Campina Grande apresenta uma localização com certo privilégio em relação à equidistância aos principais centros do Nordeste, com 7° 13' 50" de latitude Sul e 35° 52' 52" de longitude Oeste de Greenwich (Figura 1), distante 124 km da Capital do Estado, os principais acessos à sede do Município são as Rodovias Federais BR 230 (Transamazônica) e a BR 104, que cruzam a cidade no sentido Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente; e a BR 412, que faz conexão com o Cariri e interior de Pernambuco.

Campina Grande é o segundo município em população e exerce grande influência política e econômica sobre outros 57 municípios do Estado da Paraíba. Este conjunto de municípios é denominado de Compartimento da Borborema e é constituído de 5 microrregiões conhecidas como Agreste da Borborema, Brejo Paraibano, Cariris Velhos, Seridó Paraibano e Curimataú. O município de Campina Grande e sua zona urbana apresentam, respectivamente, áreas de 621 km<sup>2</sup> e 98 km<sup>2</sup>, aproximadamente (SILVA et. al., 2013).

Figura 1- Localização geográfica da área de estudo



Fonte: Silva et. al. (2013)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como aspecto introdutório, este trabalho desenvolveu-se através de seu plano metodológico, para a busca e tratamento dos dados de imagens de satélite e banco de dados sobre a vegetação, temperatura e dos espaços públicos para a cidade de Campina Grande.

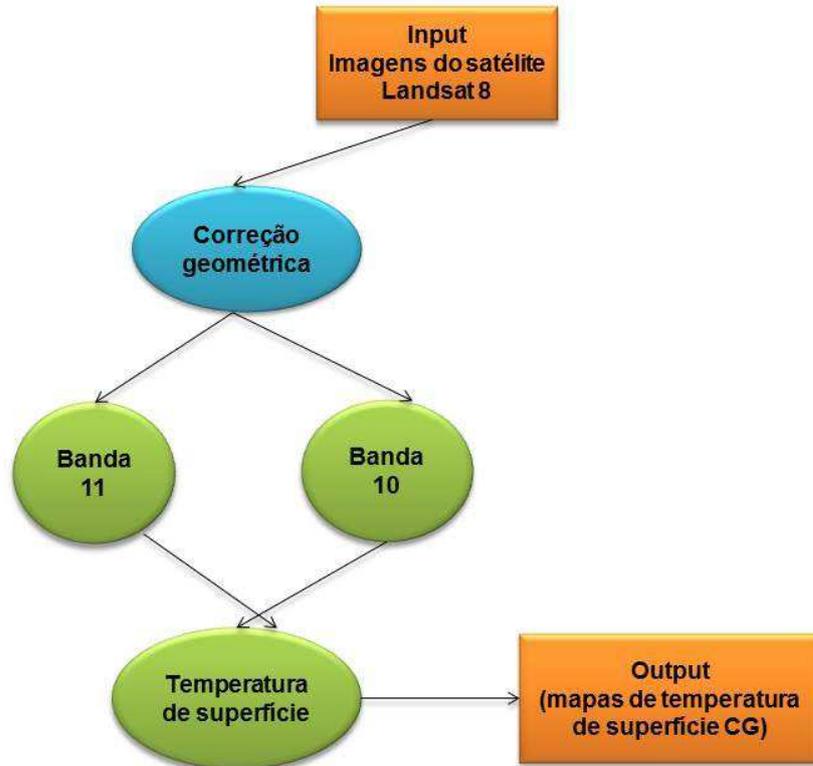
Para a construção do mapa de temperatura, deu-se entrada (*input*) com imagem do satélite do LANDSAT 8 (banda 10), dando pesos de menor valor para as temperaturas máximas, e pesos de maior valor para as menores temperaturas. Observe as variáveis (temperatura da superfície) e a estrutura (pesos) mencionados na tabela 1:

Tabela 1- Variáveis e pesos para Temperatura de Superfície

Variável (Temperatura da superfície °C)	Peso
26	7
28	6
30	5
32	4
34	3
36	2

E observa-se o procedimento metodológico adotado (fluxograma) para se chegar ao produto final o qual se traduz no mapa de temperatura de superfície °C de Campina Grande na figura 2.

Figura 2- Fluxograma de confecção do mapa de temperatura de superfície de Campina Grande



Segue, abaixo, os mapas de espacialização da temperatura de superfície para a área urbana de Campina Grande, figuras 3 e 4.

O mapa da figura 3 apresenta áreas onde se localizam as temperaturas de superfície com mínima de 22 °C e máxima de 36 °C para a área urbana de Campina Grande. Observa-se assim que as temperaturas máximas são encontradas na porção sudoeste do território, fato este que se explica em detrimento da intensa atividade da construção civil neste local nos últimos anos. Efetuando-se, assim, também, como um local onde a atividade antrópica tem sido mais efetiva no tocante ao próprio processo de urbanização e modernização do lugar. A atividade então instalada configura-se na construção de casas populares subsidiadas pelo programa Habitacional Minha Casa Minha Vida (MCMV) do Governo Federal como parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 1 e PAC 2).

Figura 3- Espacialização da temperatura de superfície para temperatura ambiente e temperatura elevada para área urbana de Campina Grande

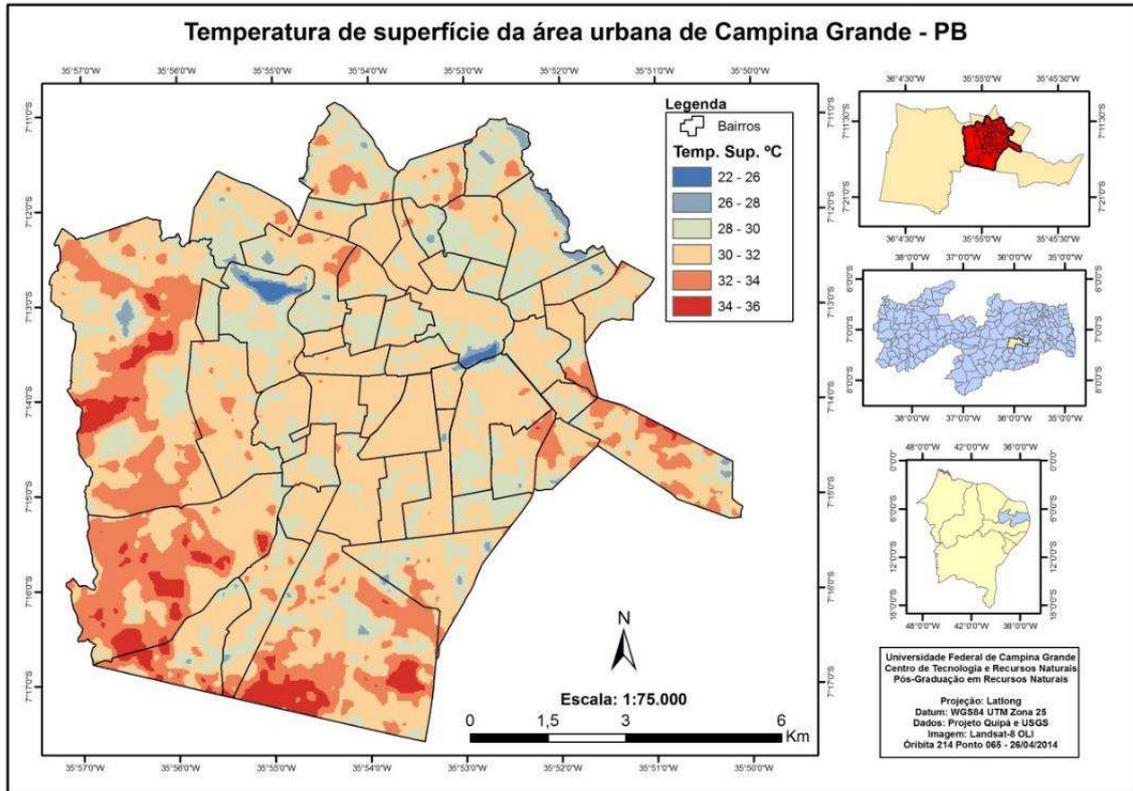
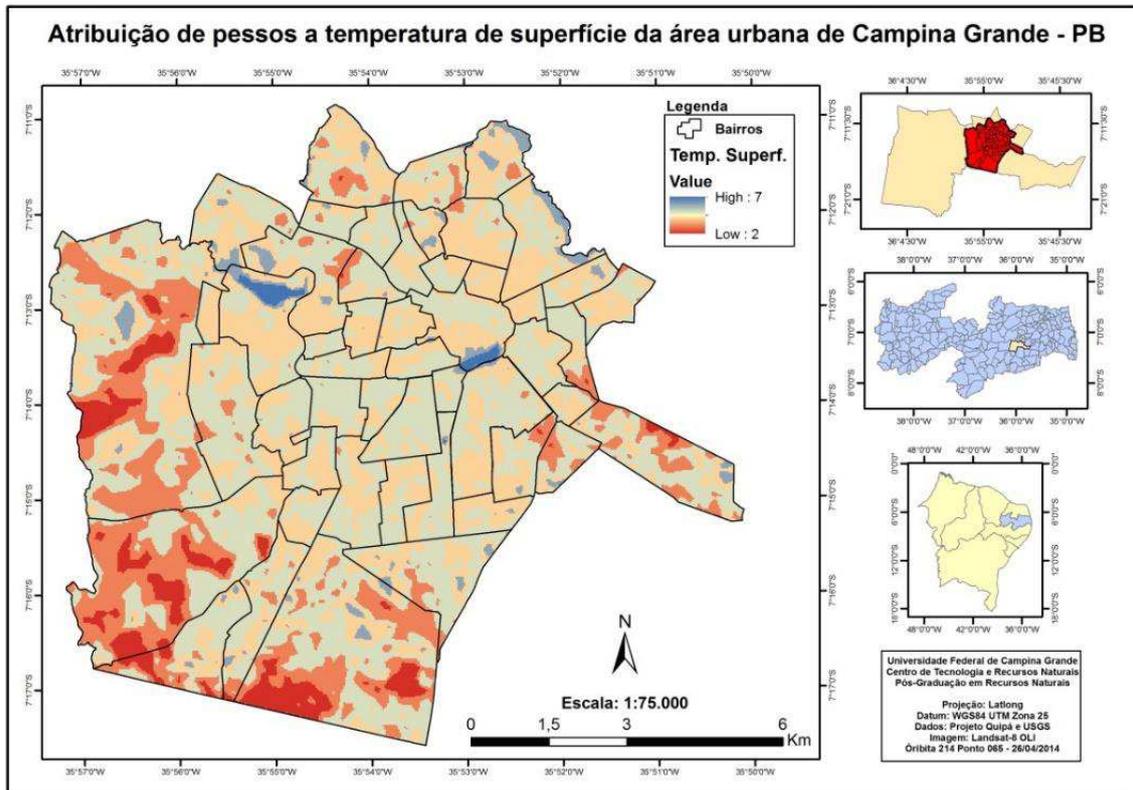
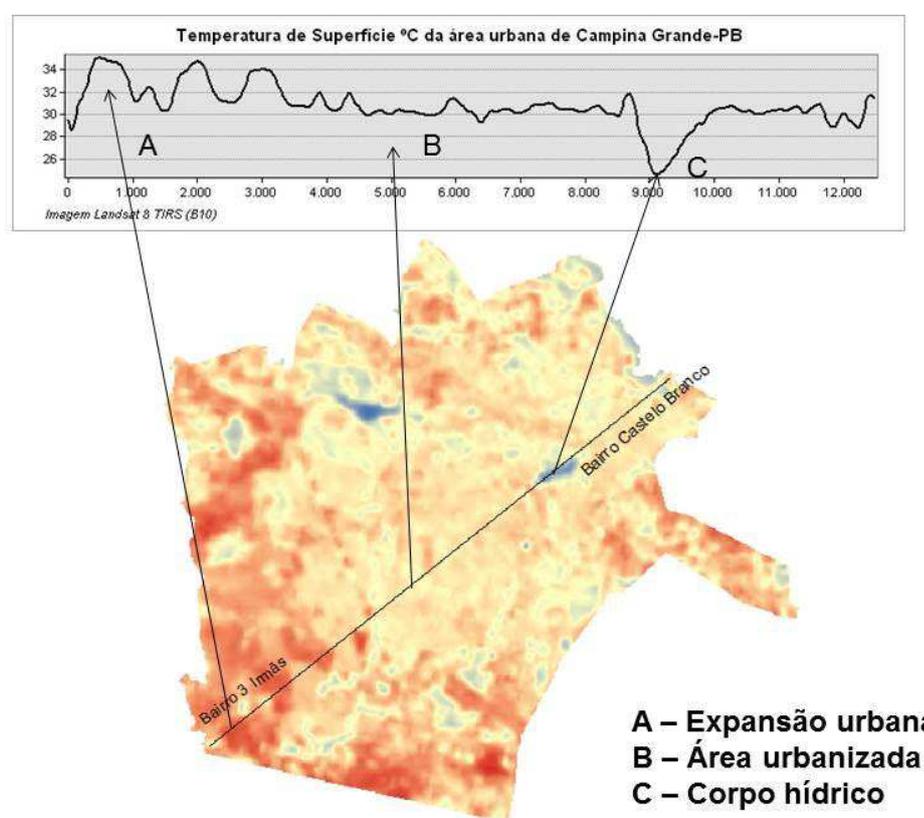


Figura 4- Espacialização da temperatura de superfície para as menores e maiores temperaturas de superfície encontradas para área urbana de Campina Grande



A figura 4 demonstra a espacialização da temperatura de superfície para as mínimas temperaturas de superfície a elas foram atribuídos pesos de forma linear entre 2 e 7. Evidenciando que nas áreas onde possui temperaturas mais amenas ou frias é onde também se encontra alguns corpos hídricos como o Açude Novo e o Açude Velho, que estão fixados na área central da cidade. Estes servem de contraponto ao concreto pelo qual são permeadas, melhorando a ventilação do ambiente construído bem como diminuindo a presença das ilhas de calor neste ambiente, favorecendo assim uma melhor qualidade de vida urbana para os habitantes da área urbana central da cidade, onde, justamente, se encontra as menores temperaturas de superfície.

Figura 5- Representação gráfica da temperatura de brilho da área urbana de Campina Grande



Com a obtenção dos mapas de temperatura de superfície de Campina Grande, se estabelece, então, os demais dados de espaços livres e vegetação para a composição final do mapa de conforto térmico o qual poderá supor as áreas de melhor conforto para melhor qualidade de vida da população urbana do referido município.

Tais dados, tanto das variáveis dos espaços públicos como da vegetação foram atribuídos pesos, conforme disposto na tabela 2.

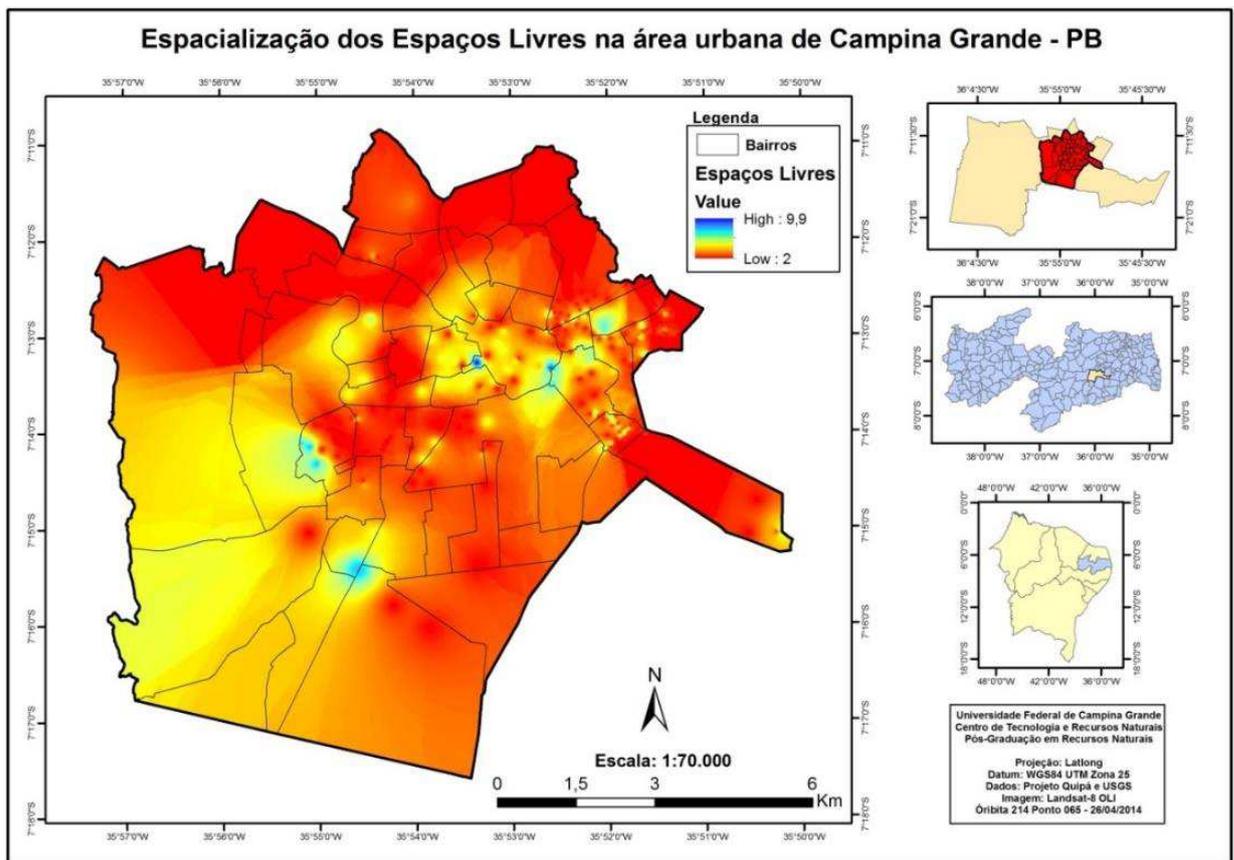
Tabela 2- Atribuições das Variáveis dos Espaços Livres e da Vegetação

<b>Variável (espaços livres)</b>	<b>Peso</b>
Campo pelada	4
Campus univers.	6
Cemitério	3
Espaços vazios	2
Jardim	7
Jardim canteiro	8
<b>Variável (espaços livres)</b>	<b>Peso</b>
Parque	10
Pátio	5
Campo pelada	4
Cemitério	3
Jardim canteiro	8
Praça	5
Terreno vazio	2
Praça	5
Recanto	4
Terreno vazio	2
Vila Olímpica	6
<b>Variável (vegetação)</b>	<b>Peso</b>
Ausência	1
Jardim	6
Pouca presença	2
Jardim canteiro	7
Praça	6
Presença efetiva	10
Vegetação Ausente	1
Veg. Efetiva	10
Veg. Pouca	2
Veg. Pouca presença	2
Veg. Presença efetiva	10
Veg. Ausente	1
Veg. Ausente	1
Veg. Efetiva	10
Veg. Pouca	2

Tais valores dados a estes pesos para os espaços públicos como para a vegetação não podem ser considerados aleatórios, já que se utilizou como menção a atribuição de importância destes locais e a arborização. Ou seja, se consideraram que os espaços onde pudesse haver uma maior circulação de pessoas ou presença de contingente populacional, a estes seriam dados pesos maiores (valores para os pesos atribuídos de 2 a 10).

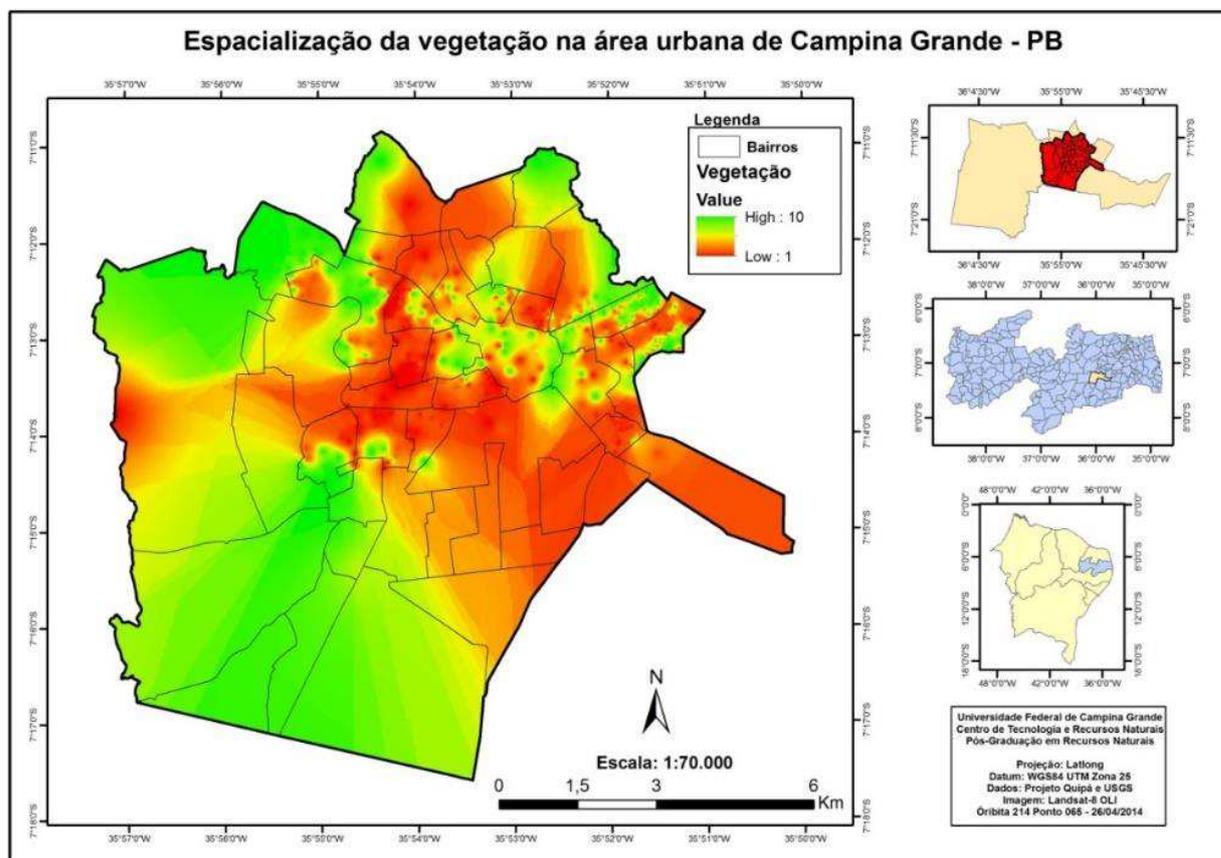
As figuras 5 e 6 estabelecem a espacialização dos Espaços Livres de Campina Grande e da Vegetação, respectivamente. Sendo que aqueles se referem a espaços como: parques, campo de pelada, terrenos vazios, canteiros, praças, pátios, dentre outros.

Figura 6- Espacialização dos Espaços Livres para área urbana de Campina Grande



A figura 7 identifica os espaços com áreas mais e menos vegetadas. Quanto menor o valor da variável (valor 1, por exemplo), menos vegetação há naquele local, e quanto mais próximo da variável 10 maior cobertura vegetal haverá no ambiente. Percebe-se que a área de cobertura mais intensa é também aquela onde há maior ocorrência de atividade antrópica através da construção civil. O fator desta duplicidade explica-se pela área está sendo ocupada a alguns anos e por este motivo ainda não ser totalmente “absorvida” pelo concreto.

Figura 7- Espacialização da vegetação para área urbana de Campina Grande



Diante dos dados mencionados, procedeu-se a entrada dos dados (*input*) dos espaços livres (pontos + peso), vegetação (pontos + peso) para que fossem interpolados a partir do método IDW - rasters (que é o inverso do quadrado da distância). Neste método os dados pontuais são ponderados durante a interpolação de tal forma que a influência de um determinado dado ponto em relação a outro diminui com a distância. Para a temperatura de superfície infere-se no fluxograma exposto, anteriormente, na figura 2. Após este procedimento, o próximo passo é transformar as imagens em *shapes* e dar pesos as variáveis propostas.

Após a obtenção e elaboração dos dados, utilizou-se a Calculadora Raster – *Raster Calculator* do software ArcGis 10.1 para executara a adição entre as variáveis Espaços Livres (EL) + a Vegetação (V) + a Temperatura de Superfície (TS) que resultou no mapa final (*output*) com a espacialização das áreas onde a dinâmica do fluxo de calor é maior ou menor na superfície da área urbana de Campina Grande, observe a figura 9.

Mediante as informações levantadas acima, encontra-se o mapa final de conforto térmico para Campina Grande (figura 9) indicando as áreas mais propícias ao conforto e

desconforto térmico, foi feita uma classificação qualitativa atribuindo cores quentes para áreas com a condição térmica muito ruim e ruim, a cor amarela para áreas onde as condições térmicas são médias e as cores frias para áreas com a condição térmica boa e muito boa nas cores verde clara e verde mais escuro.

Ao realizar uma análise detalhada do mapa, obtêm-se a seguinte compreensão de que a área urbana central apesar de ter uma quantidade maior de circulação de veículos, contingente de pessoas e de asfalto, prédios, concreto, dentre outros, é uma área que possui uma significativa arborização, e conseqüentemente não sofre tanto com o desconforto térmico gerado por altas temperaturas resultantes do aprisionamento do calor pelo pavimento asfáltico.

Figura 8- Fluxograma de confecção do mapa final de Conforto Térmico para Campina Grande

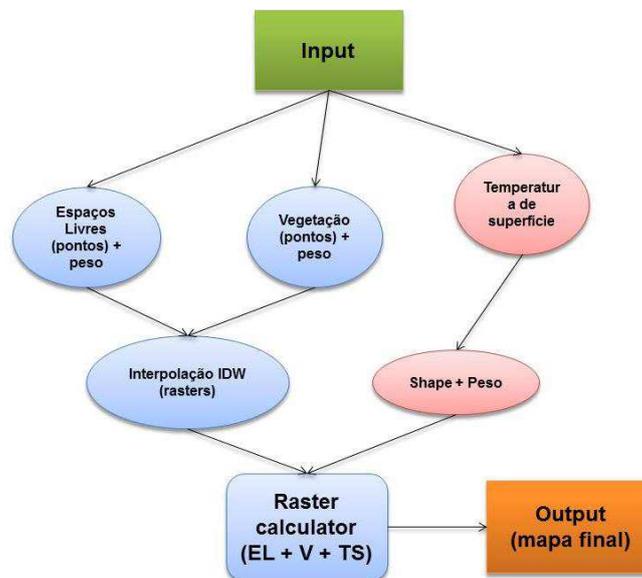
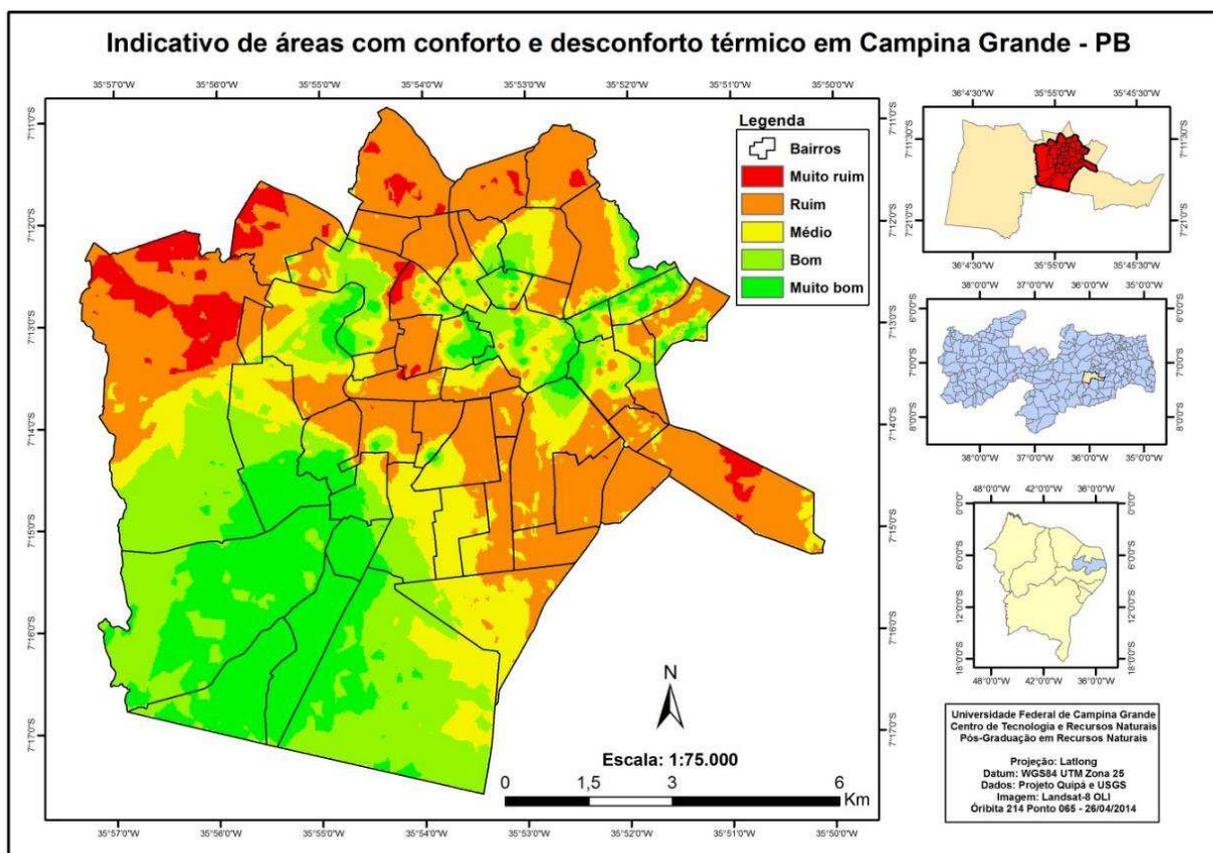


Figura 9- Mapa de Conforto e Desconforto Térmico em Campina Grande – PB. Fonte: Projeção UTM Zona 25, datum WGS84, dados Quapá-SEL e USGS, imagem landsat-8 OLI, órbita 214, ponto 065 de 01/04/2014



Concluindo que apesar da área central urbana possuir propensão maior a ilhas de calor, a mesma encontra-se atenuada por haver uma área verde considerável neste espaço, o que propicia maior fluxo de ar, transformando-se assim, numa condição favorável de conforto térmico em climas urbanos.

Nas áreas periféricas, encontram-se áreas de maior adensamento populacional, como se evidencia na zona Oeste da cidade um maior fluxo de calor, o que remonta a intensa atividade da indústria de construção civil nos últimos anos na área urbana de Campina Grande. Aqui se pôde ir além da margem de entendimento que os trabalhos que tratam sobre conforto térmico se dirigem ou encontram resultados, que em sua maioria remetem a ilhas de calor nos centros urbanos.

## CONCLUSÕES

Destaca-se que não existem modelos definitivos, ou concepções acabadas. E todos os conjuntos de realizações são passíveis de críticas e aprimoramentos em processos contínuos de melhoria que possam ser implementados e adotados. Mas bons exemplos mere-

cem ser destacados para que possam ser copiados e adaptados às diversas realidades locais, deste país com caracteres continentais.

Por trás de todas as iniciativas nem sempre existem vultosas inversões de recursos. Pelo contrário, na maioria das vezes não existem grandes investimentos ou onerosos custos, mas simplesmente vontade política acompanhada de capacidade de gerenciamento ou aprimoramento de mecanismos de gestão pública e cooperação com entidades privadas. Em processos onde existem ganhos e vantagens para todas as partes envolvidas.

Resumidamente, é um processo conhecido onde todas as partes envolvidas acabam beneficiadas homem-meio ambiente. Além da obtenção de melhor qualidade ambiental e qualidade de vida para todas as populações atingidas. Realidade esta que é intangível e não tem preço, atingido a atual população e todas as gerações posteriores que herdarão esta condição essencial à manutenção da vida.

Como sugestão este trabalho vem propor a construção de espaços verdes, principalmente em vias públicas, por serem de responsabilidade do governo municipal. Um estudo mais avançado para dimensionar estratégias para responder as alterações climáticas (neste caso em detrimento da temperatura e da vegetação) nas cidades. E, por conseguinte, avaliar a qualidade dos espaços abertos de Campina Grande como contribuição para melhorar tais espaços públicos.

## **AGRADECIMENTOS**

As autoras agradecem ao CNPq pela bolsa auxílio à pesquisa e o autor a CAPES pela respectiva bolsa de auxílio à pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

GOMES, M. F.; QUEIRÓZ, D. R. E. Análise das variações termo-higrométricas e de Conforto térmico na cidade de Birigui - SP: subsídios ao Planejamento ambiental urbano. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia** – Campus Jataí – UFG. Graduação e Pós-Graduação em Geografia. Geoambiente on-line. Jataí-GO, n. 21, 2013. ISSN 1679-9860. Disponível em: <[www2.jatai.ufg.br/ojs/index.php/geoambiente](http://www2.jatai.ufg.br/ojs/index.php/geoambiente)>.

OLIVEIRA, P. M. P. **Metodologia do desenho urbano considerando os atributos bioclimatizantes da forma urbana e permitindo o controle do conforto ambiental, do**

**consumo energético e dos impactos ambientais.** 1993. IA-UnB, (mimeo). In: Conforto Térmico Urbano - estudo de caso do bairro Floresta - Belo Horizonte.

MENDONÇA, R. S. R. de.; ASSIS, E. S. de. Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Pedro, SP, Brasil, **Anais...** 11 a 14 de novembro de 2001. Promoção ANTAC.

PIRES, É. G.; FERREIRA JR.; LAERTE, G. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, João Pessoa-PB. **Anais...** 25 a 29 de 2015, INPE.

MENDONÇA, R. S. R. de; ASSIS, E. S. de. **Conforto Térmico Urbano - estudo de caso do bairro Floresta - Belo Horizonte.** Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Pedro, SP, Brasil. **Anais...** 11 a 14 de novembro de 2001. Promoção ANTAC.

MONTEIRO, C. A. de F. **Qualidade ambiental - Recôncavo e Regiões limítrofes.** Salvador, Centro de Estatísticas e Informações, 1987, 48p e 3 cartas. In: Análise das variações termo-higrométricas e de Conforto térmico na cidade de Birigui-SP: subsídios ao Planejamento Ambiental Urbano.

GOMES, M. F.; QUEIRÓZ, D. R. E. **Revista GeoAmbiente on-line.** Universidade Federal de Goiás. ISSN 1679-9860.

SILVA, M. T. S.; COSTA, VICENTE de P. R. da; STEPHANNY C. F. do E. Expansão do espaço urbano do município de Campina Grande-PB a partir de técnicas de sensoria-mento remoto. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, **Anais...** 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

TROPFMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** Rio Claro, 1987.

## **ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DE BEBEDOURO (PE)**

Madson Tavares Silva<sup>1</sup>, Vicente de Paulo Rodrigues da Silva<sup>2</sup>, Enio Pereira de Souza<sup>3</sup>,  
Argemiro Lucena Araújo<sup>4</sup> e Jullianna V. V. de Azevedo<sup>5</sup>

**RESUMO:** Mapear e avaliar o risco de erosão é importante para a escolha da ferramenta de planejamento e gestão de recursos naturais, permitindo que estratégias de gestão sustentável a longo prazo sejam implementadas, principalmente para as regiões semiáridas do nordeste do Brasil. A erosividade da chuva é dada pela Equação Universal de Perda de Solo expressando a capacidade erosiva de precipitação pluvial e sua capacidade de desintegração por impacto da superfície da partícula, levando assim à sua degradação. O presente estudo teve como objetivo avaliar o índice de erosão ( $EI_{30}$ ) e caracterizar os padrões de chuva na região de Petrolina-PE, considerando uma série de 41 anos de observações de dados de chuvas provenientes da estação meteorológica de Bebedouro inserido nas instalações da EMBRAPA SEMIÁRIDO (CPATSA). O valor médio do fator chuva "R" da Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS para a área de estudo foi de  $4.527 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . Correlações significativas entre o coeficiente de erosividade da chuva e precipitação foram encontradas. O  $EI_{30}$  apresentou alta correlação com coeficiente de chuva ( $R^2 = 0,99$ ), o que permite um bom ajuste da equação para calcular a taxa de erosão, com maiores valores de erosividade nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, que coincidem com o trimestre mais chuvoso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Erosão hídrica; Degradação do solo; Precipitação pluvial.

## **EROSIVITY ESTIMATION OF RAINFALL IN THE WEATHER STATION OF BEBEDOURO (PE)**

**ABSTRACT:** Mapping and assessing the risk of erosion is important for planning of natural resource management tool, allowing strategies to be implemented more sustainable long-term management mainly for semi-arid regions of northeastern Brazil. The erosivity of rain is the term Universal Soil Loss equation expressing the erosive capacity of precipitation disintegration by impact of the particle surface, leading to its degradation. The present study aimed to assess the erosion index (EI<sub>30</sub>) and characterize the hydrological rainfall patterns in the region of Petrolina-PE, considering a series of 41 years of data observations of rainfall coming from the weather station Bebedouro inserted premises of EMBRAPA SEMIARID (CPATSA). The average value of the "R" rainfall factor of the Universal Soil Loss Equation - USLE for the study area is 4.527 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Significant correlations between erosivity, the rainfall coefficient and precipitation were found. The EI<sub>30</sub> presents highly correlated with rainfall coefficient (R<sup>2</sup> = 0.99), allowing for a good fit of the equation to calculate the rate of erosion, with higher values of erosivity in the months of January, February, March and April, which coincide with the wettest quarter.

**KEYWORDS:** Water erosion, Soil degradation, Rainfall.

---

**1** Bolsista de Pós-Doutorado em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-140, Fone: (83) 2101.1202. madson\_tavares@hotmail.com.

**2** Prof. Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-140. vicente@dca.ufcg.edu.br.

**3** Prof. Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-140. esouza@dca.ufcg.edu.br.

**4** CampinaGeotech Consultoria em Meteorologia LTDA, Tito Sodré, 539 - Bairro Jose Pinheiro, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58407-295. argemiro.geotech@gmail.com.

**1** Bolsista de Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-140 | Fone: (83) 2101.1202. julliannavitorio@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal das bacias hidrográficas, como um dos componentes do uso do solo, pode sofrer várias modificações ao longo do tempo quer sejam naturais ou antrópicas, e tais modificações produzem os mais variados impactos sobre o meio ambiente (SANTOS et al., 2005). A influência da vegetação no balanço hídrico tem sido muito estudada, dada a complexidade de sua relação com o ciclo hidrológico e sua participação em processos como a evapotranspiração e a interceptação da precipitação, afetando o comportamento do escoamento superficial na bacia hidrográfica (SANTOS et al., 2005). A mudança no uso da terra é um dos impactos mais notórios em paisagens agrícolas e urbanas em muitas regiões do mundo. Além disso, as mudanças climáticas associadas às mudanças no uso da terra deverão ter um forte impacto sobre o balanço hídrico de bacias hidrográficas (DEFRIES; ESHLEMAN, 2004).

A erosão dos solos tem causas relacionadas à própria natureza, como a quantidade e distribuição das chuvas, a declividade, o comprimento e a forma das encostas, o tipo de cobertura vegetal e também a ação do homem, como o uso e o manejo da terra que na maioria das vezes, tende a acelerar os processos erosivos (MENDONÇA; GUERRA, 2004). O processo erosivo pode ser minimizado com o uso integrado de práticas em que o ambiente é considerado como um todo. Desta forma, para que a exploração agrícola possa ser conduzida em bases conservacionistas, torna-se necessário um planejamento racional levando em consideração o conjunto de seus principais atributos físicos, ecológicos e econômicos (PRUSKI, 2009).

As práticas conservacionistas de caráter vegetativo se valem da própria vegetação para defender o solo contra a erosão (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005), baseando-se, portanto, na busca de manutenção da superfície do solo coberta (PRUSKI, 2009). A cobertura vegetal é um fator condicionante do processo erosivo. Hudson (1995) relata que a cobertura vegetal funciona como uma capa protetora para o solo e a sua presença é o fator chave na redução da erosão hídrica. Nas últimas décadas, o interesse por estudos de impactos ambientais causados pelas atividades humanas tem movido um considerável número de pesquisadores a estudar novas ferramentas, inclusive aquelas que buscam simular as transformações ocorridas através das mudanças no uso da água e do solo, levando em consideração a questão da distribuição espacial dentro da bacia em estudo (SANTOS et al., 2005).

Dentre as formas de degradação ambiental, existe o movimento de massas de solo que resulta em perdas de solo, também conhecido como processo de erosão. Esse processo gera impactos ambientais (aumento da turbidez dos rios, assoreamento), socioeconômicos (diminuição da produtividade de áreas agrícolas decorrentes da perda de nutrientes e matéria orgânica, destruição de áreas urbanizadas ou urbanizáveis, etc). Este processo pode ocorrer devido a uma gama de variáveis, que influenciam na sua intensidade e sazonalidade/frequência, a saber: pluviosidade local, cobertura do solo, características mineralógicas do solo, correntes de vento, relevo, atividade antrópica, clima, etc. Muitas vezes, quando conhecidas essas propriedades locais, pode-se mitigar ou, até mesmo, prevenir a erosão.

A erosão do solo pela água tem sido intensamente estudada no mundo todo ao longo das últimas décadas e é considerada como uma das principais ameaças à qualidade do solo e redução na produtividade agrícola (BOARDMAN; POESEN, 2006). A produção de sedimentos pode ser aumentada pela mudança no uso de solo, afetando o seu desenvolvimento e diminuindo a capacidade de recuperação das áreas afetadas, dessa forma acelerando o processo de degradação e desertificação da paisagem (BOARDMAN; POESEN, 2006). A produção de sedimentos é definida como a quantidade de solo erodido que é transportado pela água até certo ponto da bacia hidrográfica ou segmento do rio numa determinada escala de tempo especificado (LIN et al., 2007). Sendo dado como um resultado líquido da erosão e deposição dos processos dentro de uma bacia, a produção de sedimentos é dependente de todas as variáveis que controlam a erosão Lin et al. (2007), incluindo o clima, área de drenagem, solos, geologia, topografia, vegetação e uso da terra.

Assim, o objetivo deste trabalho é estimar o índice de erosão ( $EI_{30}$ ), e determinar o risco de erosão hídrica da região de Petrolina-PE a partir do fator chuva (R) da Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS.

## **METODOLOGIA DE TRABALHO**

### **Caracterização da área de estudo**

A área de estudo está inserida na região do Sub-médio do rio São Francisco, próximo ao município de Petrolina – PE (latitude: 09° 09' S, longitude: 40° 22' W, altitude: 375 m) (Figura 1), o clima é semiárido e quente. Chuvas de verão ocorrem entre janeiro e abril, com uma precipitação média anual de 570 mm. A temperatura média anual é de

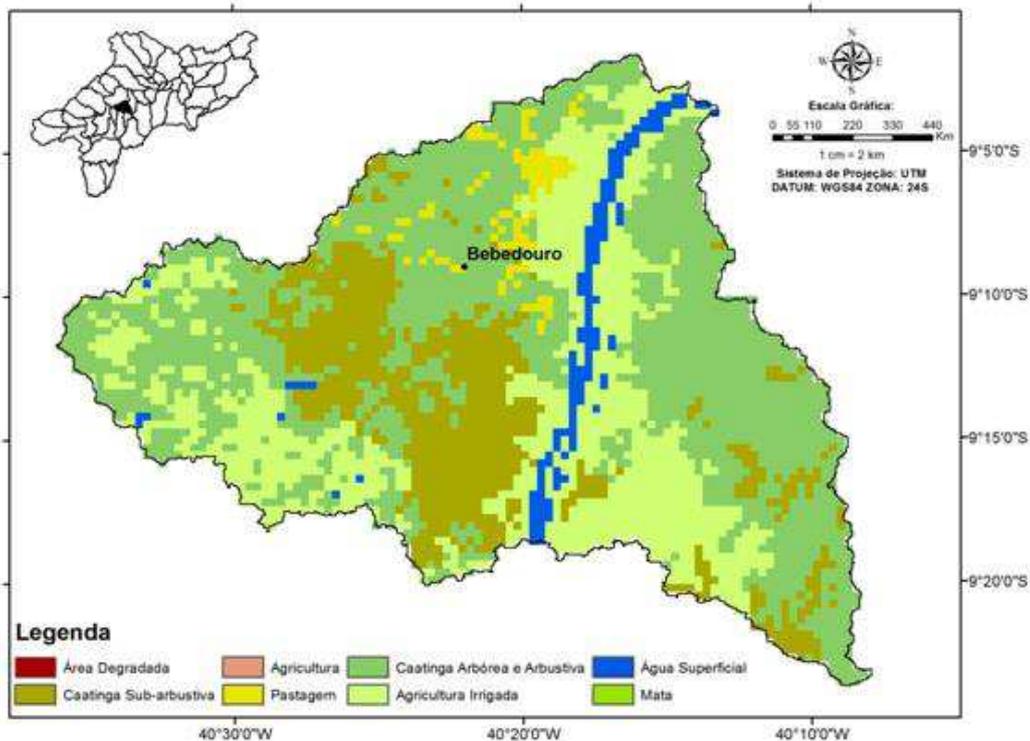
26,3 °C (Teixeira, 2010). Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima é do tipo BSwH (SILVA, 2004).

Em termos geomorfológicos, a área ocupa a depressão periférica do São Francisco, a partir do terraço fluvial ao tabuleiro sertanejo. O terraço fluvial foi formado por depósitos aluviais de encostas do vale (GUERRA, 1975; LEINZ; LEONARDOS, 1971) e é composto por depósitos sedimentares de argila, areia e / ou lodo de origem fluvial que se formou camadas estratificadas de aluvião Jacomine et al. (1973); Brasil (1983).

O planalto ocorre logo após o terraço fluvial, com uma superfície pediplanação, formado por uma cobertura sedimentar de uma argila / natureza arenosa, a partir do período Terciário, que cobriu o embasamento cristalino pré-cambriano. A sua superfície varia de plana ou ligeiramente ondulada (JACOMINE et al., 1973; BRASIL, 1983; CAVALCANTI et al., 1998; EMBRAPA, 1998).

A vegetação dentro da área, especialmente no terraço fluvial São Francisco, foi classificada por Andrade-Lima (1981) como Caatinga arbórea, entretanto a presença de Caatinga na forma arbustiva também é encontrada na área de estudo.

**Figura 1-** Localização da área de estudo



## Dados meteorológicos

Foram utilizados dados diários de precipitação pluvial compreendidos entre os anos de 1970 e 2010 oriundos da estação climatológica de Bebedouro, a qual está inserida na unidade de pesquisa da EMBRAPA SEMIÁRIDO (CPATSA).

### **Erosividade da chuva**

A erosividade da chuva foi estimada a partir das análises de chuvas individuais para estação de Bebedouro. A precipitação foi dividida por sua duração e se obteve, assim, a intensidade, dada em  $\text{mm h}^{-1}$ , conforme Foster et al. (1981). Para determinação do índice de erosividade ( $EI_{30}$ ), fez-se necessária a multiplicação de dois parâmetros específicos das precipitações erosivas: energia cinética total da chuva ( $E_c$ ), em  $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e intensidade máxima em 30 min ( $I_{30}$ ), em  $\text{mm h}^{-1}$ .

De acordo com Wischmeier e Smith (1978) foi considerada a Equação 1 para estimativa da energia cinética por milímetro de chuva:

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log I \quad (1)$$

em que:

$E_c$  = energia cinética em  $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ;

$I$  = intensidade de chuva em  $\text{mm hora}^{-1}$ .

A energia cinética por incremento de chuva foi então determinada com a Equação 2:

$$E_{ci} = E_c \times \text{Vol} \quad (2)$$

em que:

$\text{Vol}$  - quantidade de chuva do incremento (lâmina precipitada), mm

$E_c$  - energia cinética por milímetro de chuva,  $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$

A energia cinética total foi obtida pelo somatório da energia cinética de cada incremento, segundo a Equação 3:

$$Ect = \sum Eci \quad (3)$$

Logo, o  $EI_{30}$  foi calculado pela Equação 4:

$$EI_{30} = Ect \times I_{30} \quad (4)$$

em que:

$EI_{30}$  - índice de erosão,  $MJ \text{ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$

$E_c$  - energia cinética por milímetro de chuva,  $MJ \text{ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$

$I_{30}$  - intensidade máxima da chuva em 30 min,  $\text{mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$

O valor limite do campo superior de definição da variável  $EI_{30}$  é  $76 \text{ mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ , a qual gera uma energia cinética igual a  $0,283 \text{ MJ mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ . Nas planilhas de chuva, foram consideradas todas as chuvas com intensidade superior a 10 mm, calculando-se a energia cinética, duração e intensidade máxima em trinta minutos dessas chuvas. Desta forma foi calculado, para cada precipitação, o índice  $EI_{30}$  em  $MJ \text{ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ .

Somando-se os índices  $EI_{30}$  de todas as chuvas individuais e erosivas de cada mês, obteve-se a erosividade mensal das chuvas e, somando-se os índices  $EI_{30}$  mensais, obteve-se então a erosividade anual das chuvas ou fator chuva (R) da EUPS. O coeficiente de chuva ou índice médio mensal de erosão ( $R_c$ ) foi calculado pelo método proposto por Lombardi Neto (1977), dado pela Equação 5:

$$R_c = \frac{Pm^2}{Pa} \quad (5)$$

em que:

$R_c$  - coeficiente de chuva (mm)

$P_m$  - precipitação média mensal (mm)

$P_a$  - precipitação média anual (mm)

Por fim a relação direta entre o coeficiente de chuva ( $R_c = P_m^2/P_a$ ) e o índice de erosão ( $EI_{30}$ ) possibilitou a determinação do potencial erosivo da chuva na área de estudo. O potencial erosivo anual da chuva foi classificado a partir da Tabela 1 segundo Carvalho (2008).

Tabela 1- Classificação do potencial erosivo anual da chuva

Erosividade (MJ mm (ha h) <sup>-1</sup> )	Classe de erosividade
$R \leq 2452$	Erosividade fraca
$2452 < R \leq 4905$	Erosividade moderada
$4905 < R \leq 7357$	Erosividade moderada a forte
$7357 < R \leq 9810$	Erosividade forte
$R > 9810$	Erosividade muito forte

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A erosividade média anual para estação meteorológica de Bebedouro é de 4.527 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, que pode ser verificada a partir da Tabela 2. Tal valor caracteriza o parâmetro R da EUPS, que de acordo com a classificação proposta por Carvalho (2008) é considerada como erosividade moderada.

A variabilidade da média mensal do EI<sub>30</sub> é caracterizada pela sazonalidade da precipitação, espera-se assim que os maiores valores do índice de erosão sejam encontrados no período de maior intensidade da precipitação, ou seja, de acordo a distribuição da média mensal da precipitação para estação meteorológica de Bebedouro (Tabela 2) foi observado o valor médio mínimo de EI<sub>30</sub> de 2,0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, no mês de agosto e o valor máximo para o mês de março em torno de 1.049 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Os extremos dos valores médios anuais do índice de erosividade EI<sub>30</sub> foram de 8.208 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para o ano de 2004 e de 1.894 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para o ano de 1993.

O risco de erosão hídrica apresenta grande variabilidade espaço-temporal, tendo em vista da grande variação nos regimes de precipitação registrados na Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco fazendo com que o fator erosividade também apresente grande variabilidade. O fator R encontrado para estação meteorológica de Bebedouro inserida na região semiárida do nordeste do Brasil apresentou valor médio (4.527 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) sendo inferior aos valores encontrados por Dias e Silva (2003) para localidade de Fortaleza, CE (6.774 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), e em estudo realizado para o Estado da Paraíba por Maia Neto e Chaves (1997), encontraram valores de erosividade variando entre 2.000 a 8.000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Para estudos realizados nas regiões Sul e Sudeste podemos citar os trabalhos de Rufino et al. (1993) que encontraram valores de R superiores a 10.000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e Bertoni e Lombardi Neto (1990), na região de Campinas-SP (7.000 MJ mm

ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

Em estudos realizados para região agreste do estado de Pernambuco, mais especificamente para localidade de Caruaru - PE, Albuquerque et al. (1994) encontraram valores do índice de erosão próximos a 2.100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e Margolis et al. (1985) verificaram valores em torno de 2.060 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Os resultados de Silva et al. (1985) para as regiões Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco mostraram, para o índice de erosividade, valores médios anuais de 2.780 e de 3.700 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, respectivamente.

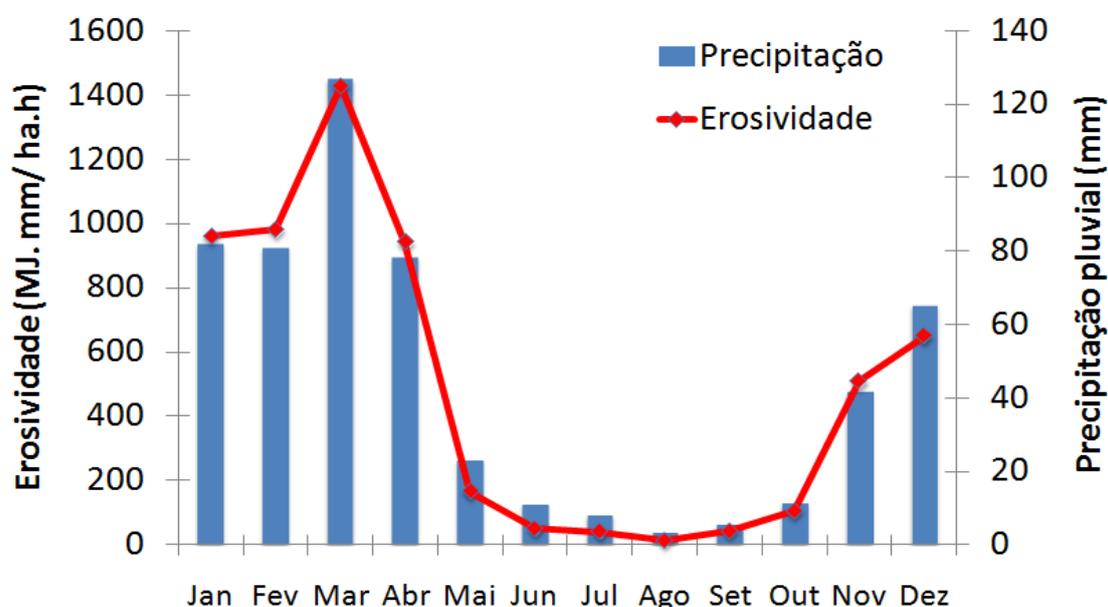
Tabela 2- Valores mensais, anuais e médios mensais do índice de erosividadeEI<sub>30</sub> (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) para estação meteorológica de Bebedouro, com as respectivas medidas estatísticas de dispersão

<b>Ano</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
1970	1276	0	410	0	0	0	0	0	0	188	726	1029	3629
1971	165	368	1092	2387	0	0	0	0	134	59	52	67	4324
1972	556	379	2442	682	0	0	0	0	0	0	0	1323	5382
1973	125	35	2728	849	211	42	47	62	253	0	46	521	4919
1974	234	1329	1147	2405	176	23	36	0	0	0	376	970	6697
1975	453	501	2321	1365	0	62	356	0	0	50	0	140	5249
1976	105	1339	61	58	0	0	0	0	0	424	1876	0	3863
1977	1226	133	1115	669	261	66	36	0	97	0	158	643	4404
1978	84	3795	641	698	771	0	0	0	0	0	212	36	6237
1979	1149	831	148	1153	84	68	0	0	0	0	350	382	4165
1980	2131	2397	276	35	0	0	0	0	0	0	381	187	5407
1981	94	0	5343	95	0	0	0	0	0	0	46	803	6382
1982	47	126	867	1168	0	60	0	0	206	0	0	926	3400
1983	420	1814	2449	0	0	0	72	87	0	0	397	0	5240
1984	79	0	3932	1024	240	0	0	0	109	75	745	0	6203
1985	1569	788	965	1375	245	275	0	45	0	33	438	833	6565
1986	0	481	1166	766	119	0	0	0	0	0	0	941	3473
1987	202	303	2136	215	83	0	0	0	0	220	0	0	3159
1988	786	91	3977	491	115	125	0	0	0	30	0	1227	6842
1989	41	70	1314	635	406	0	0	0	0	0	198	3764	6429
1990	183	709	298	721	0	0	378	0	0	0	800	0	3090

1991	910	475	2062	139	150	134	0	0	0	0	353	0	4223
1992	2737	1650	389	382	0	0	0	0	0	0	269	402	5829
1993	404	89	0	196	0	0	0	0	0	266	801	137	1894
1994	1272	268	1827	691	0	0	62	0	0	0	0	280	4399
1995	342	2381	1233	178	397	0	106	0	0	0	304	456	5396
1996	281	363	885	808	138	78	0	37	0	0	961	202	3754
1997	839	64	3607	232	96	0	0	0	0	456	207	164	5666
1998	2022	602	77	0	0	0	0	0	0	0	569	708	3978
1999	665	331	495	0	49	0	0	0	169	80	895	1415	4101
2000	462	549	577	692	88	51	0	0	0	0	1310	1121	4849
2001	0	522	3026	76	0	238	0	0	0	0	0	706	4568
2002	3548	93	0	966	0	125	0	0	0	0	108	115	4955
2003	1209	205	478	670	563	0	51	0	0	0	43	298	3517
2004	5788	1988	291	51	0	0	0	0	0	0	90	0	8208
2005	691	712	1005	190	424	263	0	0	0	0	221	164	3671
2006	0	863	1182	585	0	0	0	0	0	0	762	70	3462
2007	328	2479	0	71	0	0	0	0	0	0	57	362	3297
2008	143	271	2233	1919	45	0	0	0	0	0	0	393	5005
2009	213	922	1203	2075	522	41	0	0	0	709	0	236	5921
2010	0	599	755	1519	41	52	42	0	0	75	0	1763	4846
Média	1011	739	1049	607	131	47	15	2	9	88	352	477	4527
DP	1479	759	1038	650	197	82	30	9	40	196	418	492	1341
Máx.	5788	2479	3607	2075	563	263	106	37	169	709	1310	1763	8208
Mín.	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1894

Na Figura 2 observa-se a distribuição mensal da erosividade da chuva e da precipitação pluvial para estação meteorológica de Bebedouro, para a qual foi estabelecida a relação entre os valores médios mensais de precipitação pluvial e a média mensal do índice de erosão. Identifica-se que o período de janeiro a abril apresentou elevada precipitação e conseqüentemente maior intensidade de erosão. É possível identificar ainda que os índices de erosividade sejam praticamente nulos nos meses que correspondem a estação da primavera (setembro a novembro). Isso se deve a baixa quantidade de chuva registrada nesse período. Diferentemente das características das precipitações ocorrentes de fevereiro a maio, que são intensas e torrenciais.

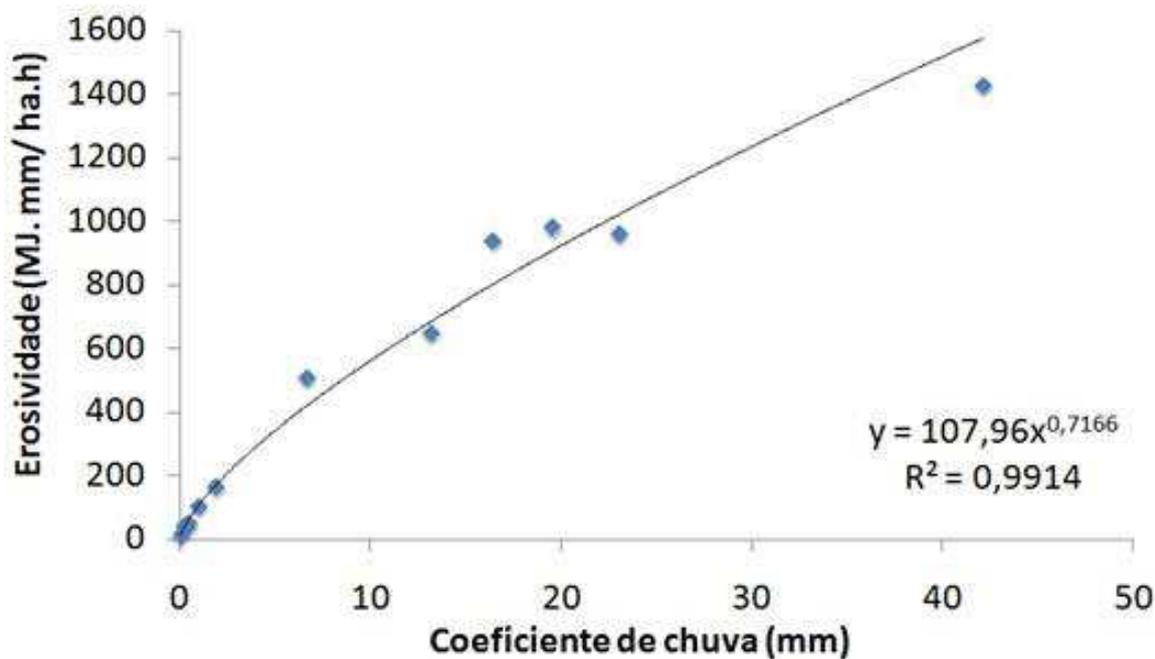
Figura 2- Médias mensais do índice de erosividade e da precipitação pluvial para estação meteorológica de Bebedouro



De modo geral os valores do fator de erosividade encontrados em estudos realizados na região semiárida do Nordeste, são classificados em grande maioria como de erosividade moderada a moderada-forte, são os casos de Lopes e Brito (1993) para região de Petrolina, PE - Juazeiro, BA (erosividade moderada), Albuquerque et al. (2001), para localidade de Sumé, PB erosividade (moderada) e Chaves et al. (1997) encontraram para localidade de Patos, PB, a classificação de erosividade moderada-forte conforme Carvalho (2008).

A Figura 3 representa a correlação entre o índice de erosão ( $EI_{30}$ ) médio mensal e o coeficiente de chuva ( $R_c$ ) e foi obtida a partir da relação dos valores mensais dos índices para o período de 1970-2010 para estação meteorológica de Bebedouro. A curva de ajuste correspondente foi do tipo potência, apresentando coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,99, ou seja, alto grau de explicação entre as variáveis, tal fator pode ser justificado pelo tamanho da série utilizada para descrever os índices. Em outras pesquisas que objetivaram a determinação da correlação entre ( $EI_{30}$ ) x ( $R_c$ ) podemos citar (Almeida et al., 2011) para localidade de Cuiabá, MT, com  $R^2 = 0,91$ , (Cassol et al., 2008) para São Borja, RS, com  $R^2 = 0,84$  e Colodro et al. (2002), para Teodoro Sampaio-SP encontraram  $R^2 = 0,96$ .

Figura 3- Relação entre o índice de erosividade médio mensal e coeficiente de chuva para estação meteorológica de Bebedouro



## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos observou-se que existe correlação significativa entre a erosividade e coeficiente de chuva para região de Petrolina-PE, sendo assim destaca-se a importância do conhecimento da climatologia da precipitação, tendo em vista que a mesma apresenta-se como forçante no processo de degradação dos solos, principalmente em regiões semiáridas do nordeste do Brasil. O primeiro semestre do ano é caracterizado pela ocorrência de chuvas de elevado potencial erosivo, sendo o período de janeiro a abril aquele que apresentadas maiores erosividades.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES pela concessão da Bolsa de Pós-Doutoramento ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. O. S.; AMORIM, R. S. S.; COUTO, E. G.; ELTZ, F. L. F.; BORGES, L. E. C. Potencial erosivo da chuva de Cuiabá, MT: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p.178-184, 2011.

ANDRADE-LIMA, D. de. **O domínio das caatingas**. Recife: UFRPE: IPA, 1992. 48p.

BOARDMAN, J.; POESEN, J. **Soil Erosion in Europe: Major Processes, Causes and Consequences**. In: BOARDMAN, J.; POESEN, J. (Eds.). *Soil Erosion in Europe*. Chichester: John Wileyand Sons Ltd. 2006. p. 479 - 487.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, 1983, Folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 852p. (Levantamento de Recursos Naturais 30).

CASSOL, E. S.; MARTINS, D.; ELTZ, F. L. F.; LIMA, V.S.; BUENOS, A. C. Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.15, p.220-231, 2007.

CAVALCANTI, A. C., ARAÚJO-FILHO, J. C. E SILVA, M. S. L. **Levantamento detalhado de solos e do potencial de uso das terras do SPSB**, escala 1:5.000. EMBRAPA-CNPS UEP, Recife, 1998. (Relatório Técnico de Projeto, em andamento).

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 600p.

CHAVES, I. B.; LEITE JÚNIOR, G. P.; MAIA NETO, F. F. Análise da pluviometria e da erosividade das chuvas de Patos (PB). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD-Rom

COLODRO, G.; CARVALHO, M. P.; ROQUE, C. G.; PRADO, R. M. Erosividade da chuva: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio

(SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.809-818, 2002.

DEFRIES, R.; ESHLEMAN, K. N. Land-use change and hydrologic processes: A major focus for the future, **Hydrol. Processes**, v. 18, p. 2183 - 2186, 2004.

DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). I Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno - 1a. Aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.335-345, 2003.

HUDSON, N. Soil conservation. London: BT Batsford, 1995.

JACOMINE, P.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P. E SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório de solos do estado de Pernambuco**. SUDENE, Recife, v.2, 713p, 1973. (Boletim Técnico 26).

LEINZ, V. LEONARDOS, O. H. **Glossário geológico**. Ed. Nacional/Ed. da USP, São Paulo. 236p. 1971. (Iniciação Científica 33).

LIN, Y. P.; HONG, N. M.; WU P. J. Modeling and assessing land-use and hydrological processes to future land-use and climate change scenarios in watershed land-use planning, **Environ. Geol.**, v. 52, n. 3, p. 623 - 634, 2007.

LOMBARDI NETO, E. **Rainfall erosivity distribution and relationship with soil loss in Campinas**, Brasil. West Lafayette: Purdu eUniversity, 1977. 53p. Master 's Dissertation.

LOPES, P. C. R.; BRITO, L. T. L. Erosividade da chuva no Médio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.129-133. 1993.

MAIA NETO, F. F.; CHAVES, I. B. Mapeamento da erosividade das chuvas da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, CD-Rom.

MARGOLIS, E.; SILVA, A. B.; JACQUES, F. O. Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). **Revista Brasileira de**

**Ciência do Solo**, v. 9, p.165-169, 1985.

MENDONÇA, J. K. S.; GUERRA, A. J. T. **Erosão dos solos e a questão ambiental**. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. GUERRA, A. J. T. E VITTE, C. A. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004. p. 225-251.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 54p.

RUFINO, R. L.; BISCAIA, R. C. M.; MERTEN, G. H. Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná, através de pluviometria: terceira aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.439-444, 1993.

SANTOS, C. A. G., SRINIVASAN, V. S.; SILVA, R. M. **Evaluation of optimized parameter values of a distributed runoff-erosion model applied in two different basins**. IAHS Publ., v. 292, p. 101 - 109, 2005.

SILVA, I. F.; ANDRADE, A. P. de; CAMPOS FILHO, O. R.; SOUZA, V. F. de. Erosividade das chuvas das zonas fisiográficas Agreste e Sertão de Pernambuco. **Agropecuária Técnica**, v.6, p.26-37, 1985.

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 58, p. 575-596, 2004.

TEIXEIRA, A. H. C. **Informações Agrometeorológicas do Pólo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Série Documentos - Embrapa Semiárido, 2010 21p.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning**. Washington: USDA, Agriculture Research Service, 1978. 58p. Agriculture Handbook, 735.



# **ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA IRINEU JOFFILY**

Thaís Mara Souza Pereira<sup>1</sup>, José Adailton Lima Silva<sup>2</sup>  
e Monalisa Cristina Silva Medeiros<sup>3</sup>

**RESUMO:** As condições climáticas do semiárido brasileiro, em especial o baixo índice pluviométrico associado à variabilidade espaço-temporal das chuvas, têm proporcionado árduas realidades para a população desta região. Logo, torna-se imprescindível promover a gestão dos recursos hídricos disponíveis localmente. Neste sentido, a presente pesquisa objetivou analisar o potencial de captação de água de chuva. Para tanto, foram realizados cálculos de volumes potenciais de captação (VPC) na Escola Irineu Joffily, no município de Esperança-PB. Após os estudos, concluiu-se que há um grande potencial de captação de águas de chuva, o qual poderia atender às demandas hídricas locais por até 3,5 anos, além de possibilitar inúmeros benefícios socioambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escassez de água; Gestão hídrica; Benefícios socioambientais.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Geografia pela Universidade de Campina Grande-PB- email: thaismara\_estrela@hotmail.com.

<sup>2</sup> Doutorando em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-PB- email: adailton-limasilva@hotmail.com.

<sup>3</sup> Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-PB- email: monalisacristinasm@hotmail.com.

## SEMI-ARID REGIONS: A CASE STUDY IN SCHOOL IRINEU JOFFILY

**ABSTRACT:** The climatic conditions of semiarid Brazilian, especially low rainfall associated with spatial and temporal variability of rainfall, have provided tough realities for people in this region. Therefore, it is essential promote the management of available water resources locally. In this sense, the present study aimed to analyze the potential of rainwater harvesting. To this end, they were performed calculations Potential Volumes Catchment (VPC) in Joffily Irenaeus School, in the municipality of Esperança-PB. After the study, it was concluded that there is a great potential for capturing rainwater, which could meet local water demands for up to 3.5 years, and enable numerous environmental benefits.

**KEYWORDS:** Water shortage; Water management; Social; Environmental benefits.

### INTRODUÇÃO

Na região semiárida brasileira, os recursos hídricos são escassos, com mananciais não perenes que podem permanecer secos durante grande parte do ano. Dessa forma, os problemas correlacionados com a indisponibilidade de água são muitos: grande esforço físico por parte das famílias que caminham longos percursos a procura de água; comprometimento do desenvolvimento socioeconômico local; e aumento do número de casos de doenças provenientes da ingestão de água de baixa qualidade. Como reforço a última afirmativa, tem-se que de cada quatro mortes de crianças na região do semiárido, estima-se que uma é devido à diarreia causada por água contaminada (FOME ZERO, 2005).

Diante do contexto descrito, os problemas socioeconômicos e as “consequências ambientais” atribuídos à indisponibilidade de água têm fomentado uma problemática: “como a gestão de recursos hídricos pode prover melhorias para as sociedades que convivem com escassez hídrica?”. Tal problemática tem sido respondida através de inúmeras tentativas de implantar estratégias de convivência com o semiárido, baseadas principalmente em tecnologias que envolvem coleta, armazenamento e manejo de água de chuva (BRASIL, 2005).

As precipitações pluviométricas no semiárido brasileiro são, relativamente, baixas. Entretanto, quando bem aproveitadas, podem atender às necessidades hídricas da população local. Logo, torna-se imprescindível conhecer a realidade climática, especialmente

a oferta de água, para realizar uma eficiente gestão dos recursos hídricos disponíveis localmente.

Notadamente, 54% da água da chuva estão disponíveis para o consumo humano (COELHO FILHO; MOREIRA, 2005). Porém, para muitas realidades, a disponibilidade de água tem constituído um problema em virtude das chuvas serem variáveis no tempo e no espaço. Assim, torna-se indispensável à captação de água de chuvas, para seu subsequente uso no período de estiagem anual.

A problemática da água afeta todos os órgãos e instituições, visto que, inúmeras instituições de ensino (Universidades e Escolas) no Estado da Paraíba, anteciparam o término de suas atividades acadêmicas em virtude da escassez de água. Tal realidade tem promovido inúmeros problemas: alteração do calendário escolar, redução do número de horas/aulas, prejuízos no tocante ao processo de ensino-aprendizagem, etc.

Diante do exposto, sabe-se que para conviver com a escassez hídrica periódica é necessário gerir os recursos hídricos a partir de técnicas de captação e armazenamento de água de chuvas. Neste sentido, objetivou-se avaliar o potencial de captação de água de chuva possível em regiões semiáridas. Para tanto, foram realizados estudos na Escola Estadual Irineu Joffily, município de Esperança-PB, localizada no semiárido paraibano.

Em suma, objetivou-se estimar o potencial de captação de água de chuva num “cenário” climático característico do semiárido brasileiro, buscando com isso evidenciar que a gestão hídrica a partir da captação e armazenamento das águas das chuvas pode e deve ser implantada como um “meio para um fim”: aumentar a oferta de água para atender às necessidades hídricas de Instituições de Ensino.

Na região semiárida do Nordeste, o clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é Bsh: caracterizado por altas temperaturas, pela baixa umidade do ar, pouco volume pluviométrico em grande parte do ano, apresentando uma má distribuição das chuvas no tempo e no espaço.

Os conhecimentos acumulados sobre o clima permitem concluir não ser a falta de chuvas a responsável pela oferta insuficiente de água na região semiárida, mas sua má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, que resultam no fenômeno da seca, a qual atinge, periodicamente, a população da região (GNADLINGER, 2011).

Conviver com o semiárido é adaptar a sociedade a uma forma específica da ocorrência do clima na região. Neste sentido, o gerenciamento dos recursos hídricos é um caminho necessário para a construção de uma estratégia robusta de adaptação das sociedades do semiárido à natureza (SOUZA FILHO, 2011).

Uma dessas estratégias são as tecnologias de captação e manejo de água de chuva, que não são mais vistas como alternativas secundárias ou nichos, mas como parte integral do manejo do ciclo hidrológico que abrange as águas superficial, subterrânea, do solo e de chuva (GNADLINGER, 2011). Assim o incentivo ao uso destas tecnologias de captação e manejo de água de chuva está contemplado no Plano Nacional dos Recursos Hídricos, de 2006, e deve-se concretizar em práticas para orientar a política de água no Brasil (BRASIL, 2006).

São tecnologias que têm desempenhado um papel importante na premissa da gestão hídrica para com a convivência com o semiárido, a saber: açudes, barreiro de salvação, caxio, cacimba, caldeirão ou tanque de pedra, captação de água “in situ”, barragem subterrânea e de gabiões, e cisternas.

Por fim, sabendo que a escassez de água no semiárido é uma condição natural proveniente dos baixos índices pluviométricos, cabe gerir os recursos hídricos disponíveis localmente. Tal iniciativa pode e deve ser realizada a partir da captação e armazenamento de água de chuva, o que aumentará a oferta de água para atender às necessidades hídricas da sociedade vigente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização da área de estudo**

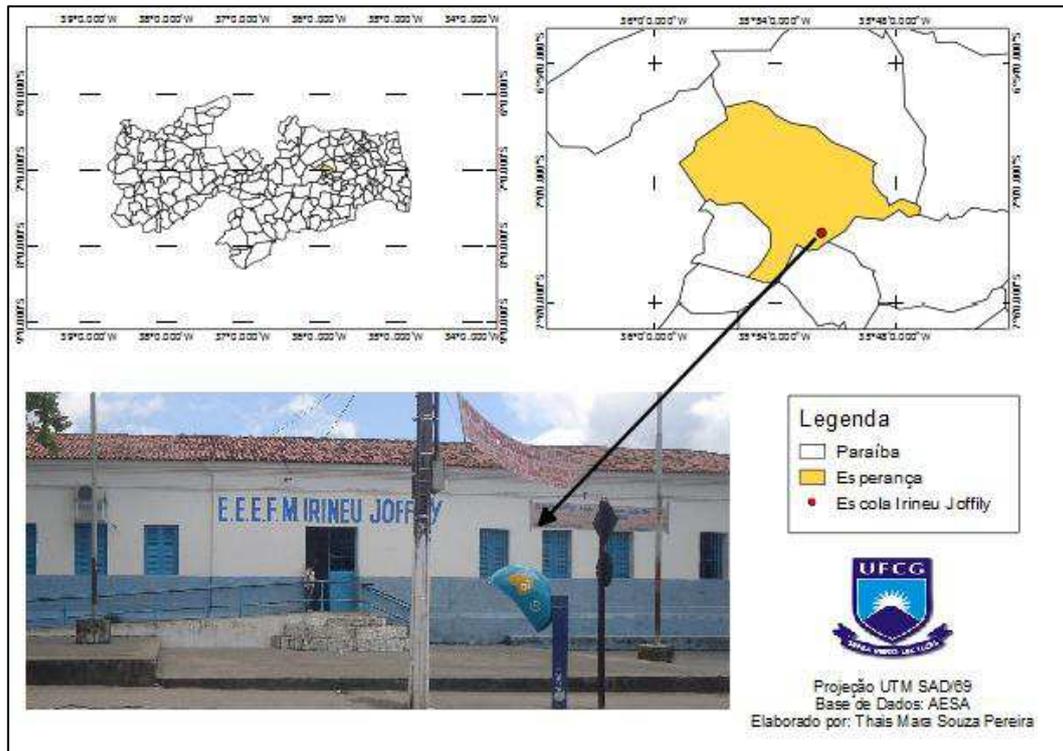
A presente pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Irineu Joffily, no município de Esperança-PB, localizado na mesorregião do Agreste paraibano, e microrregião de Esperança (Figura 1). O referido município possui uma área de 163 Km<sup>2</sup>, uma população de 31.095 habitantes, tendo como principais atividades econômicas a agropecuária, o comércio e serviços (IBGE, 2010).

A escolha do município de Esperança se deu em virtude do mesmo está submetido às condições climáticas (baixo índice pluviométrico, alta taxa de evapotranspiração, variabilidade espaço-temporal das chuvas etc.) características do semiárido brasileiro.

No tocante a escolha da Escola Irineu Joffily, a mesma foi escolhida por ser, e representar bem, uma das inúmeras Instituições de Ensino existentes no semiárido brasileiro que mesmo detendo um grande potencial para captação das águas de chuvas, não realizam quaisquer medidas na promoção da gestão dos recursos hídricos disponíveis localmente. Com isso, objetivou-se identificar o volume potencial de captação (VPC) proporcionado

pelo telhado da referida escola, e analisar os benefícios advindos da gestão dos recursos hídricos locais a partir da captação e armazenamento de água de chuva.

Figura 1- Localização do município de Esperança-PB



Fonte: Elaboração Própria.

## Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada valeu-se, inicialmente, de uma série ininterrupta de dados de precipitação pluvial – mensais e anuais – do município de Esperança – PB, cedida pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), correspondente ao período de 1994 a 2014, para inferência estatística. Lançando mãos dos dados, determinou-se a pluviometria média anual: 650 mm.

Ao conhecer a grande variabilidade do regime pluvial no tempo e no espaço e, consequentemente, as incertezas na quantidade anual de precipitação, foram estimados os VPC para três cenários pluviais distintos, a saber: i) precipitação de 270 mm, caracterizando o ano mais seco (1998); ii) 1050 mm, referente ao ano mais chuvoso (2004); e iii) o valor de 650 mm, o qual equivale à precipitação média do município de Esperança-PB.

Em seguida, foram dimensionadas as áreas dos telhados da Escola Irineu Joffily, a fim de conhecer a área de captação para estimar o Volume Potencial de Captação (VPC) das águas das chuvas. Neste sentido, o VPC foi calculado para cada um dos três cenários pré-estabelecidos, através da equação 1, proposta por Silva et al. (1993):

$$\text{VPC} = P \cdot \text{At} \cdot \text{Ce} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

P = a precipitação (em mm), ou seja, a quantidade de chuvas anuais;

At = área do telhado/cobertura da escola;

Ce = é o coeficiente de escoamento que é igual a 0,75, valor este recomendado por Silva et al. (1993) para áreas de captação cobertas com telhas de barro. Para uniformizar o sistema de unidades e obter o volume em litros, utilizou-se a seguinte relação: 1 mm de chuva equivale ao volume de 1 litro por cada m<sup>2</sup> de área.

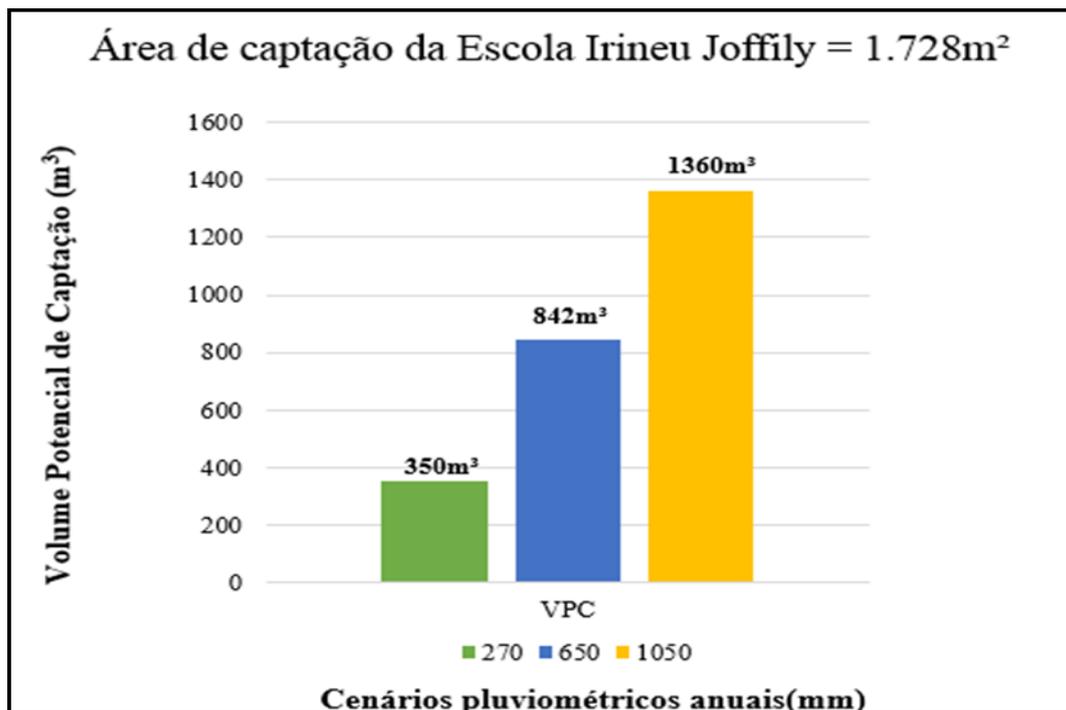
Uma vez conhecido o VPC, foram analisados os possíveis benefícios que poderiam ser atingidos com a captação e armazenamento de água de chuva.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Estimativa dos Volumes Potenciais de Captação (VPC)**

Tomando por base as precipitações dos três cenários pré-estabelecidos (270 mm, 650 mm e 1050 mm) e comparando-os com as áreas de captação dos telhados da Escola Irineu Joffily, puderam-se avaliar os Volumes Potenciais de Captação (VPC) de água de chuva para cada um dos três cenários de regime pluvial (Figura 2).

Figura 2- Volumes potenciais de captação (VPC) de água de chuva para os três cenários: 270 mm, 650 mm e 1050 mm



Observa-se, na Figura 2, que o menor VPC foi de 350 mil litros de água para um total de chuva anual de 270 mm (caracterizando os baixos índices pluviométricos). Todavia, o maior volume de captação é de 1.360 mil litros, para um valor de 1.050 mm de chuva (representando o valor máximo de chuva no período estudado).

No tocante à precipitação média (650 mm), obteve-se um VPC de 842 mil litros, o que é capaz de encher mais de 84 cisternas com capacidade para 10 mil litros cada uma. Logo, observa-se um grande potencial de captação de água de chuva, o qual poderia ser aproveitado para atender a demanda de água da Escola Irineu Joffily.

Vale a ressalva que a escola possui um corpo discente (1.316 pessoas), docente (54 pessoas) e funcionários (28), totalizando 1398 indivíduos, os quais consomem cerca de 20 mil litros de água por mês.

Dessa forma, sabendo-se que o VPC da precipitação média (650 mm) sobre o telhado da escola é de 842 mil litros, pôde-se concluir que a água captada sobre os telhados poderia atender a demanda da escola (20 mil litros/mês) por cerca de 42 meses, ou seja, 3 anos e 5 meses. Noutras palavras, o consumo de água mensal (20 m<sup>3</sup>) poderia ser atendido durante 3 anos e 5 meses só com a água captada dos telhados da referida Escola.

Na escola Irineu Joffily são comprados dois caminhões de água por mês, totalizando 20 mil litros de água consumidas mensalmente. Assim, a simples implantação de um sistema de calhas na escola, contribuiria para: diminuição de gastos com a compra de água; atendimento às necessidades hídricas do corpo discente, docente e funcionários da escola, em especial, durante o período de estiagem; além de diminuir a pressão sobre os recursos hídricos de outros mananciais.

Portanto, a estabilização de um simples projeto de implantação do sistema de calhas em todo o telhado da escola, condicionaria uma grande oferta de água para a escola. Dessa forma, torna-se evidente e viável perpetrar um projeto que vise desenvolver tal tecnologia na presente escola, bem como em outras instituições. Visto que, de acordo com Gheyi, et al. (2012), a gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, procurando também garantir uma representação minimamente equitativa de Estado e sociedade.

Visto que, a partir desta pesquisa, comprovou-se a potencialidade de captação hídrica, através dos telhados na instituição. Sendo esta, uma relevante tecnologia para a convivência com a escassez hídrica no semiárido brasileiro. Contribuindo assim, não só para a problemática hídrica da região, bem como com o processo ensino-aprendizagem dos discentes, visto que, durante alguns dias os alunos tiveram suas aulas canceladas por falta de água na Instituição de Ensino. Permitindo, dessa forma, com melhores condições de sobrevivência e sustentabilidade em meio às adversidades do semiárido brasileiro.

## **CONCLUSÕES**

Após os estudos, pôde-se concluir que:

- 1) A média de chuvas anuais no município de Esperança é de 650 mm;
- 2) O volume potencial de captação (VPC) para a precipitação média anual (650 mm) foi de 842 mil litros (842 m<sup>3</sup>), o que é suficiente para encher mais de 84 cisternas de 10 mil litros cada uma;
- 3) Com o VPC de 842 mil litros, é possível atender a demanda de AGU da escola (20 mil litros/mês) durante 3 anos e 5 meses;
- 4) a implantação do sistema de calhas possibilita uma maior disponibilidade de água; otimiza o uso dos recursos hídricos; a captação de água precipitada sobre os telhados diminui a pressão sobre os reservatórios de água e mananciais; o aproveitamento de água de chuva promove a preocupação com o meio ambiente; a captação de água de chuva

promove, de forma sustentável, o gerenciamento e uso da água; e possibilita mitigar os “efeitos adversos” atribuídos à escassez hídrica nos períodos de seca.

## REFERÊNCIAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 01 fev. 2013.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, 2005.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Relatório de avaliação de programa ação de construção de cisternas**: ação construção de cisternas para armazenamento de água. Disponível em: <http://www.tcu.gov.br/avaliacaodeprogramadegoverno>> Acesso em: 12 dez 2006.

COELHO FILHO, J. M.; MOREIRA, L. F. F. Análise do desempenho de reservatório de água de chuva no suprimento domiciliar e controle do escoamento nas cidades de Natal e Caicó. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16, 2005, João Pessoa. **Anais...** Integrando a gestão de água às políticas sociais e desenvolvimento econômico. João Pessoa, v. 1.

FOME ZERO – Site da Sociedade Brasileira em Apoio ao Programa Fome Zero. 2005 **Cisternas impulsionam transformações socioeconômicas no Semiárido brasileiro**. Disponível em: <<http://www.fomezero.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=2>>. Acesso em: 19 mai. 2012.

GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Campina Grande – PB, 2012. 258 p.

GNADLINGLER, J. Captação de água de chuva: Uma ferramenta para atendimento às populações rurais inseridas em localidades áridas e semiárida. In: MEDEIROS, S. de S.

et al. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande – PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Cidades – 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

SOUZA FILHO, F. de A. de. A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. de S. et al. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande – PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

# EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL E REAL E SUA CONTRIBUIÇÃO NAS PRECIPITAÇÕES NAS CIDADES DE RIO BRANCO, MANAUS E BELÉM

Lady Layana Martins Custódio<sup>1</sup>, Dayse Suellen dos Santos Moraes<sup>2</sup>  
e José Ivaldo Barbosa de Brito<sup>3</sup>

**RESUMO:** A floresta Amazônica é uma região de grandes atividades convectivas, devido a disposição de grande quantidade de umidade. A maior fonte de umidade é proveniente do Atlântico, no entanto existem trabalhos que indicam que aproximadamente 50 % da precipitação local é proveniente da evapotranspiração da própria floresta. Diante disso o objetivo deste trabalho foi analisar as contribuições da evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) nas precipitações nas cidades de Rio Branco, Manaus e Belém. Para isso utilizou-se de dados de precipitação e temperatura do ar. No cálculo para estimar a ETR usou-se capacidade máxima de água disponível (CAD) de 150 mm, calculado pelo método de Thornthwaite e Mather, com modificações de Krishan. Para a ETP utilizou-se a metodologia proposta por Thornthwaite. O principal resultado obtido foi a porcentagem superior a 50% de contribuição da evapotranspiração para as chuvas nas localidades, com média sazonal acima de 100% no período menos chuvoso e superior a 50 % no mês chuvoso. Isso indica a evapotranspiração é mais importante no período, no qual as chuvas diminuem que na estação em que os índices pluviométricos são mais altos.

**PALAVRAS-CHAVE:** balanço de umidade, Amazônia, índices climáticos.

---

1 Mestrando em Meteorologia – UACA/UFMG, AV. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310-1054, llmc.mtr@gmail.com.

2 Mestrando em Meteorologia – UACA/UFMG.

3 Prof. Dr. da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas – UACA/UFMG.

## **EVAPOTRANSPIRATION POTENTIAL AND ACTUAL AND ITS CONTRIBUTION IN PRECIPITATION IN RIO BRANCO CITIES, MANAUS AND BELÉM**

**ABSTRACT:** The Amazon forest is a region of great convective activity due to disposal of large amounts of moisture. The largest source of moisture is coming from the Atlantic, however there are studies that indicate that approximately 50% of the local rainfall comes from the evapotranspiration of the forest itself. Therefore the aim of this study was to analyze the contributions of potential evapotranspiration (ETP) and Real evapotranspiration (ETR) in the rainfall in the cities of Rio Branco, Manaus and Belém. For this we used data of precipitation and air temperature. The calculation to estimate REE used to maximum water capacity available (CAD) of 150 mm, calculated by Thornthwaite and Mather method, with Krishan modifications. For ETP used the methodology proposed by Thornthwaite. The main result was a higher percentage to 50% evapotranspiration contribution to the rains in locations with seasonal average over 100% in less rainy season and more than 50% in the mis rainy. This indicates evapotranspiration is more important in the period in which the rains subside in that season when rainfall is higher.

**KEYWORDS:** Water balance, Amazonian, climate index.

### **INTRODUÇÃO**

A floresta Amazônica é uma região de grande atividade convectiva, isso se dá por dispor de uma grande quantidade de umidade e energia solar devido a sua localização geográfica. A principal fonte de umidade é decorrente do transporte horizontal de vapor d'água vindo do Oceano Atlântico Tropical (ARRAUT et al., 2012; SATYAMURTY et al., 2013). Entretanto estudos afirmam que a própria floresta disponibiliza de umidade através do processo de evapotranspiração, a qual é proveniente da transpiração das árvores e evaporação dos solos e rios (MARENGO et al, 2004). Alguns autores ainda concordam que a evapotranspiração é mais importante que a convergência de umidade, com taxas de aproximadamente 50 % da água precipitável da Amazônia (MOLION, 1975; MARQUES, 1978). Outras taxas maiores foram encontradas em um experimento realizado por Rocha et al. (1992) utilizando dados de radiossondagens e precipitação mostrando que no subperíodo com convecção intensa, a convergência de umidade teve maior contribuição, enquanto que o subperíodo menos chuvoso a evapotranspiração foi a maior

responsável pelo sistema precipitante, e na média de todo o período do experimento resultou em 52%. Outros pesquisadores chegaram a uma porcentagem menor de 48 % (FISH et al, 1998). Correia et al. (2007) relataram que as chuvas anuais na bacia amazônica têm contribuição direta e significativa da evapotranspiração.

A evapotranspiração é uma componente importante do ciclo hidrológico, e essencial para a compreensão dos processos na superfície da Terra, desempenhando um papel significativo no balanço de vapor d'água e no balanço de energia global (TATEISHI; AHN 1996; CHEN et al., 2005 a, b). Na Amazônia o ciclo hidrológico tem uma variação espaço-temporal intensa, e Correia et al. (2007) afirmam que a convecção local é responsável por boa parte das chuvas durante o ano na região. A vegetação está ligada a este sistema, pois a mesma além de retirar água para seus processos metabólicos ainda disponibiliza a água que está no solo para a atmosfera (SALATI; VOSE, 1984; SALATI; MARQUES, 1984; SOUZA, 1991). A evapotranspiração potencial (ETP) pode ser definida como a quantidade máxima de água capaz de ser perdida por vapor d'água, que poderá ser por evaporação ou transpiração em uma extensa superfície vegetada, em crescimento, cobrindo totalmente o chão, de altura uniforme estando este bem suprido de umidade (PENMAN, 1956; CHATTOPADHYAY; HULME, 1997; PEREIRA et al., 2013, p. 55). A evapotranspiração Real (ETR), é a perda de água para a atmosfera por evaporação e transpiração nas condições reais de fatores atmosféricos e umidade do solo, porém com condições de restrição hídrica no solo. Tendo em vista a importância dos componentes do ciclo hidrológico para a manutenção da vida na terra, o presente trabalho tem como objetivo analisar a evapotranspiração para as cidades do Rio Branco-AC, Manaus-AM e Belém-PA, com intuito de entender melhor a contribuição da evapotranspiração para as chuvas na região Amazônica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Breve descrição da climatologia da Amazônia**

Na região Amazônica a temperatura do ar é elevada com médias diárias maiores que a média anual associada à intensa radiação solar incidente, mesmo que a maior parte dessa energia seja convertida em calor latente (VIANELLO; ALVES, 2000, p. 428). Já a precipitação está associada a vários sistemas meteorológicos de microescala, mesoescala,

escala sinótica, que moldam a variabilidade das chuvas, apresentando regimes de precipitação bem distintos, tendo índices pluviométricos maior no verão e outono austral (a saber período mais úmido) e menor nas estações de inverno e primavera austral (a saber período menos úmido) descrito por Reboita et al. (2010).

### Área de estudo

A Amazônia atualmente abrange uma área de cerca de 6 milhões de Km<sup>2</sup>, contendo aproximadamente 24 milhões de pessoas, segundo o Censo 2010. A Amazônia inclui os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins. Devido a sua grande extensão a Amazônia detém vários biomas, alguns exemplos de biomas amazônicos são: floresta de terra-firme, floresta de igapó, as caatingas do Rio Negro, campos rupestres etc (COUTINHO, 2006).

Para este estudo foi considerado três cidades geograficamente estratégicas da região Amazônica em distintas condições de regime de chuvas e por diferentes sistemas meteorológicos. As cidades destacadas foram Rio Branco (latitude 09° 59' 30'' S; longitude 67° 48' 36'' O e altitude de 153 m), no extremo sul da Amazônia, Manaus (latitude 3° 06' S; longitude 60° 01' O e altitude de 92 m), na região mais centralizada e Belém (latitude: 01° 27' 21" S, longitude: 48° 30' 16" W e altitude 10 m), no extremo norte próximo ao litoral (Figura 1).

Figura 7- Localização geográfica das cidades destacadas neste estudo, a saber, Rio Branco, Manaus e Belém



Fonte: <http://www.gastronomias.com/lusofonia/br-norte.html>

## Dados

Os dados utilizados neste estudo consistem em uma série mensal de precipitação e temperatura do ar, compreendidos entre o período de 1970 a 2000, coletados nas estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mantidas nos Estados do Acre, Amazonas e Pará.

Na análise dos índices climáticos utilizou-se uma capacidade máxima de água disponível (CAD) de 150 mm, calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), com modificações de Krishan (1980). Para a ETP utilizou-se a metodologia proposta por Thornthwaite (1948) que se baseia na temperatura do ar.

## Método de Thornthwaite

É um método empírico e clássico desenvolvido para estimativas mensais de ETP, e foi utilizado na proposição de uma nova classificação climática. Utiliza-se a temperatura média do ar, sendo esta sua principal vantagem, uma vez que esta variável tem grande número de medição. A princípio foi elaborado para climas úmidos, diante disso, normalmente apresenta subestimativa da ETP em condições de clima seco. “A confiabilidade do método de Thornthwaite diminui estimativa de ETP de curtos períodos; em compensação, aumenta gradualmente com o alargamento do período” (VIANELLO; ALVES, 2000, p. 401).

Este método calcula a evapotranspiração a partir da fórmula seguinte:

$$\left[ETP = 16. \left(16. \frac{T}{I}\right)^a\right] \quad (1)$$

em que,

ETP - em mm;

T - Temperatura do ar média mensal (°C);

I - Índice térmico imposto pelo regime climático local, calculado por:

$$[I = \sum_{i=1}^{12} (0,2 * Ti)^{1,514}], T \geq 0 \text{ } ^\circ C \quad (2)$$

$$[a = 6,75x10^{-7}xI^3 - 7,71x10^{-5}xI^2 + 0,01791xI + 0,492] \quad (3)$$

em que,

i - representa o mês do ano (i=1, janeiro; ...; i=12, dezembro).

### **Balço Hídrico Segundo Thornthwaite e Mather**

O Balço Hídrico na essência é resolver a equação da continuidade.

$$E - S = \Delta A \quad (4)$$

em que,

E - entrada de água no sistema,

S - saída de água do sistema

$\Delta A$  - variação do armazenamento de água neste sistema.

A precipitação é água que entra nesse sistema, enquanto o que sai é devido a ETR e o que resta é o excedente (EXC). Assim a equação 4 pode ser reescrita na forma baixo:

$$P - (ETR + EXC) = ALT \quad (5)$$

Ou

$$P = ETR + EXC + ALT \quad (6)$$

em que,

P - precipitação média mensal (mm);

ETR - Evapotranspiração real média mensal (mm);

EXC = Excessos hídricos, representando a percolação abaixo do sistema radicular (mm);

ALT = Alteração da umidade do solo (ARM), do último dia do mês anterior para o último dia do mês em questão.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Climatologia de 1970 – 2000**

A análise da climatologia de precipitação, ETP, ETR e temperatura do ar são de importância relevante para entender o clima de uma região. Na Figura 2, mostra o comportamento médio mensal das componentes do ciclo hidrológico e da temperatura do ar durante o período de 31 anos para as cidades de Rio Branco (Figura 2 a; b), Manaus (Figura 2 c; d) e Belém (Figura 2 e; f).

#### **Rio Branco**

Em Rio Branco observou-se dois períodos de variabilidade da precipitação sendo os meses de novembro a abril com maiores valores (período mais chuvoso) e de maio a setembro com menores valores (período menos chuvoso), resultado semelhante foi encontrado em Duarte (2006). Diferentemente de outras regiões de floresta tropical durante a maior parte da estação menos chuvosa os valores de ETP e ETR são mais baixos (Figura 2 a; b). Talvez isso se deva as temperaturas do ar mais frias, assim a evapotranspiração é inibida (ROCHA et al., 2009). Os meses de maiores valores são encontrados entre novembro a março e menores valores de abril a outubro, tendo diminuição bastante significativa do período mais chuvoso para o período menos chuvoso. A ETR é exatamente igual à ETP nos meses mais chuvosos, enquanto que no período menos chuvoso a ETR difere da ETP, apresentando valores mais baixos de evapotranspiração, pois a ETR conceitualmente ocorre em períodos que não há chuva, ou seja, a evapotranspiração que ocorre é o mais aproximado da real, uma vez que também é incluído a umidade do solo no cálculo de balanço hídrico. A ETP é diretamente proporcional a temperatura do ar, pois os períodos com maiores (menores) valores de temperatura, conseqüentemente, apresenta maiores (menores) valores de ETP.

#### **Manaus**

Para Manaus, o pico máximo da precipitação encontra-se em abril tendo início médio do período mais chuvoso em torno de dezembro (Figura 2 c). O período de duração das chuvas se concentra em média por seis meses de dezembro a maio. A ETP mantém

altos valores praticamente o ano inteiro, os máximos são encontrados nos meses de julho a outubro, durante a estação menos chuvosa, e mínima nos meses de novembro a maio, na estação mais chuvosa (Figura 2 d). Igualmente observado em Rio Branco, Manaus obteve ETR próximos dos valores de ETP no período com mais chuvas e subestimados nos meses com menos chuvas, isso indica que na estação menos chuvosa a ETP utiliza toda a água das chuvas e a água armazenadas no solo para repor umidade na atmosfera.

## **Belém**

Na cidade de Belém considerou-se o período mais chuvoso preferencialmente, de dezembro a maio, possuindo um período em torno de seis meses, com pico máximo em fevereiro (Figura 2 e, f), porém, nesta localidade apesar da precipitação aumentar nos meses mais chuvoso, esta variável é praticamente uniforme no período menos chuvoso com média em torno de 100 mm mensais. Este valor é superior aos obtidos para Manaus e Rio Branco. Justificado pelas linhas de instabilidade que atuam em Belém durante todo o ano, com maior frequência entre o fim estação chuvosa e início da estação menos chuvosa (COHEN et al., 2009, p. 78). Em relação à ETR, são encontrados valores menores nos meses de outubro e novembro e nos outros meses a ETR segue a variabilidade sazonal da ETP.

## **Visão Geral**

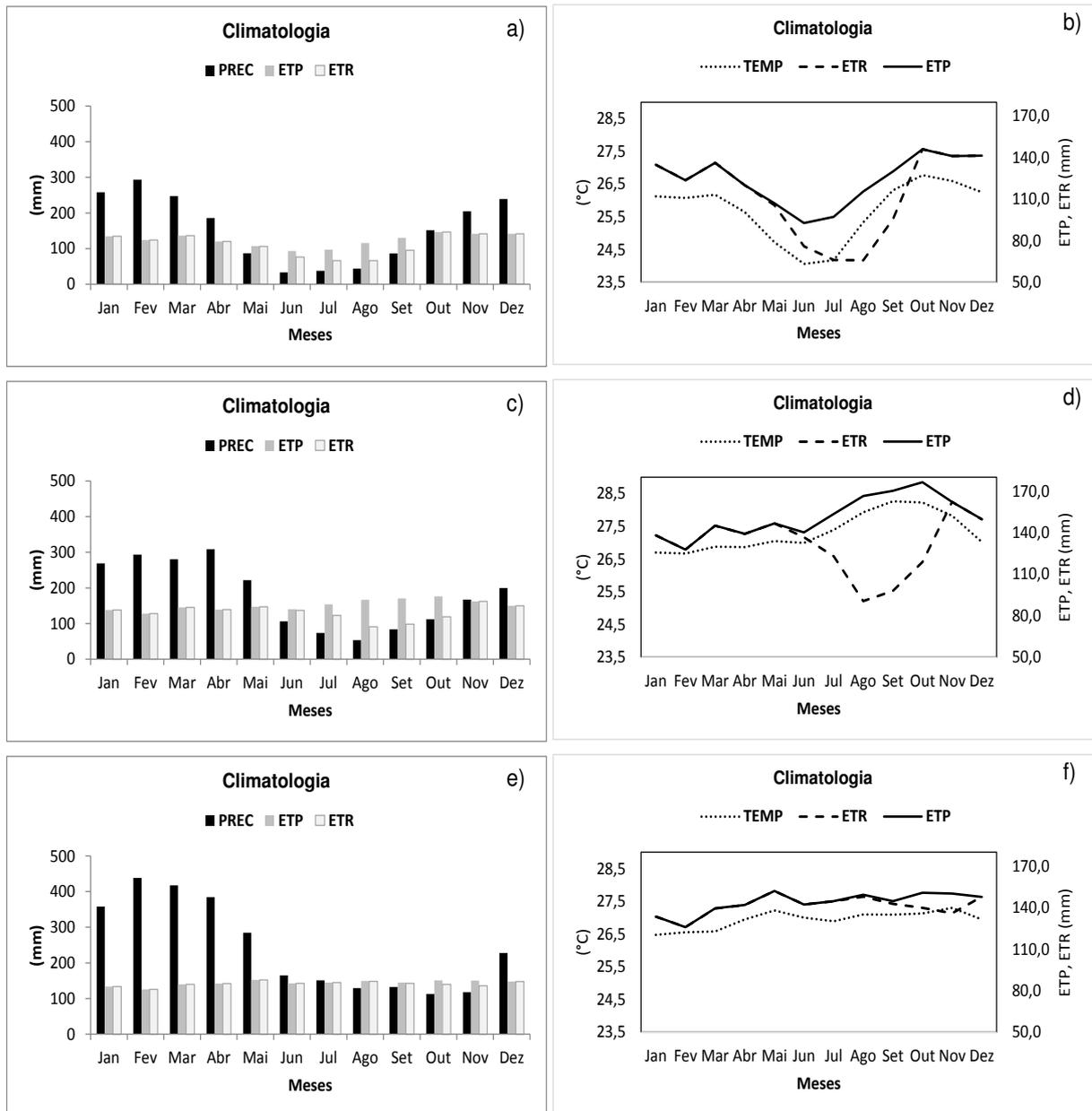
Observou-se que há um deslocamento no período de início dos máximos das chuvas sobre a Amazônia Brasileira. Tal deslocamento tem sentido de Rio Branco para Belém. O deslocamento sazonal do pico máximo de precipitação na Amazônia está ligado principalmente com a marcha da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que é modulada essencialmente pela temperatura da superfície do mar (TSM). As marchas sazonais da ZCIT trazem consigo nuvens de tempestades, que não necessariamente chove à medida que se desloca para o sul da América do Sul, mas, assim que se estabelece há aumento considerável na precipitação no período de atuação do sistema. Sua posição máxima ao sul no Oceano Atlântico no verão e outono fica em torno de 4° S e no inverno em mais ou menos 10° N associado a este também há aquecimento radiativo da superfície que aumenta as atividades convectivas e conseqüentemente as chuvas (REBOITA et al., 2010).

No entanto na cidade de Rio Branco outros mecanismos geram os períodos mais chuvosos. A Zona de Convergência do Atlântico Sul é um sistema que atua nos meses de verão e inicia-se em dezembro e permanece preferencialmente até fevereiro. Possui sua posição mais ao leste em dezembro e trazem consigo grande quantidade de precipitações (CARVALHO; JONES, 2009, p. 95) o que justifica o início antecipado do período mais chuvoso em Rio Branco. Os sistemas convectivos são eficientes, e o transporte de umidade do Oceano Atlântico e da evapotranspiração da floresta são responsáveis pelas chuvas na região ao sul da Amazônia (DUARTE, 2005).

As temperaturas do ar para as três localidades apresentam amplitude térmica de aproximadamente 2°C, porém essa diferença é positiva para Belém e Manaus, e negativa para o Rio Branco. Esse padrão encontrado durante o inverno austral em Rio Branco está associado a frequentes entradas de frentes frias ou vestígios das frentes que atravessam a Cordilheira dos Andes ao sul do Chile que avançam para esta região e trazem queda na temperatura do ar (NIMER, 1979).

Comparando a variabilidade sazonal da ETP com a precipitação verifica-se que à medida que aumenta as chuvas diminui a ETP, o que indica uma relação inversa entre esses parâmetros para as cidades de Manaus e Belém. Isto é decorrente do aumento da umidade do ar. Ao observar esta relação em Rio Branco verificou-se padrão similar no comportamento das mesmas (Figura 2 a), em que, a relação é diretamente proporcional. Do mesmo modo, analisando as curvas de ETP e temperatura do ar verificou-se que o sinal das variáveis são iguais e apresentam o mesmo padrão de comportamento (Figura 2 b, d, f). Os valores maiores tanto de temperatura do ar quanto de ETP são encontrados no período menos chuvoso e os menores no período mais chuvoso (Figura 2 d, f). Este padrão é uma característica das regiões mais ao norte da Amazônia. Para o sul da Amazônia, o padrão é inverso e está associada aos anticiclones que avançam para região e chegam algumas vezes ao oeste da Amazônia diminuindo a temperatura do ar e trazendo ar seco (Figura 2 b).

Figura 8 - Climatologia da ETP, ETR, precipitação (PREC) (figuras à esquerda) e Temperatura do ar (TEMP) (figuras à direita) para as cidades de Rio Branco (a; b), Manaus (c; d) e Belém (e; f) para o período de 1970 a 2000 no total de 31 anos de dados



Avaliando as curvas ETR e temperatura do ar verificou-se que somente nos meses menos chuvosos tem-se a ETR com padrão inverso para Manaus e Belém. As estações meteorológicas localizadas nestas cidades são rodeadas de floresta maduras possivelmente suas raízes são profundas que leva a crer que, aparentemente a transpiração não é a responsável pela perda da umidade do solo (BRUNO et al., 2006). Em Rio Branco, em consequência da ETR depender da disponibilidade de água do sistema, as curvas de ETR foram semelhantes com a sazonalidade das chuvas e da temperatura do ar, porém a ETR

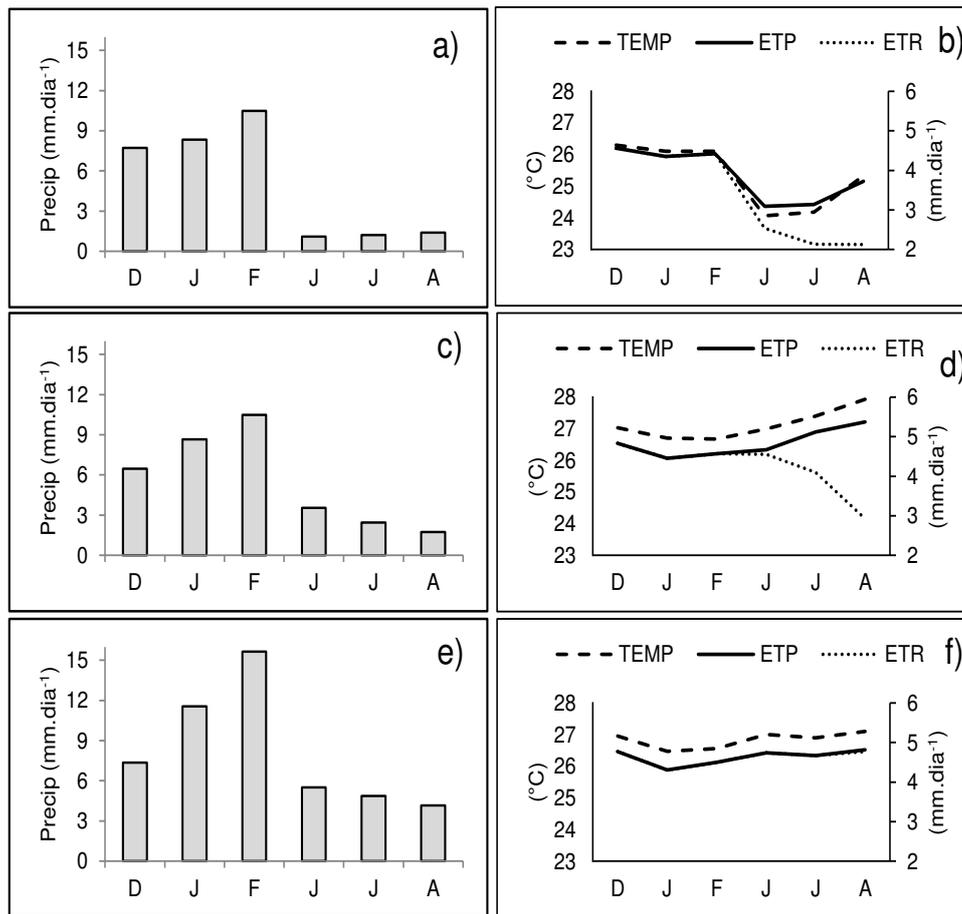
foi subestimada nos meses menos chuvosos, revelando a efetiva umidade evapotranspirada da floresta, rios e solo.

### **Climatologia da precipitação, ETP, ETR e temperatura do ar durante o verão e o inverno**

Para um melhor entendimento a respeito do comportamento dos parâmetros do ciclo hidrológico, foram separadas as estações de verão (D, J, F) e inverno (J, J, A) austral para as variáveis meteorológicas: precipitação, e temperatura do ar e componentes do ciclo hidrológico: ETP e ETR.

A partir da Figura 3 foi possível verificar que as localidades têm claramente chuvas abundantes nos meses de verão e menos chuvoso no inverno, em consequência disso a ETR apresenta um comportamento semelhante e mais acentuado no inverno que a ETP que depende apenas da temperatura do ar para Rio Branco e Manaus. Em decorrência do alto índice pluviométrico de Belém as curvas de ETP e ETR estão praticamente sobrepostas, mas apresentam variação sazonal suave seguindo o comportamento da temperatura do ar. Os valores mais baixos de ETR foram encontrados em Rio Branco e Manaus decorrente da indisposição hídrica das cidades, e mais elevados em Belém por dispor de reserva de umidade no solo.

Figura 9 – Climatologia do verão e inverno para precipitação (figuras à esquerda), temperatura do ar, ETP e ETR (figuras à direita) para as cidades de Rio Branco (a, b), Manaus (c, d) e Belém (e, f) para o período de 1970 a 2000 no total de 31 anos de dados



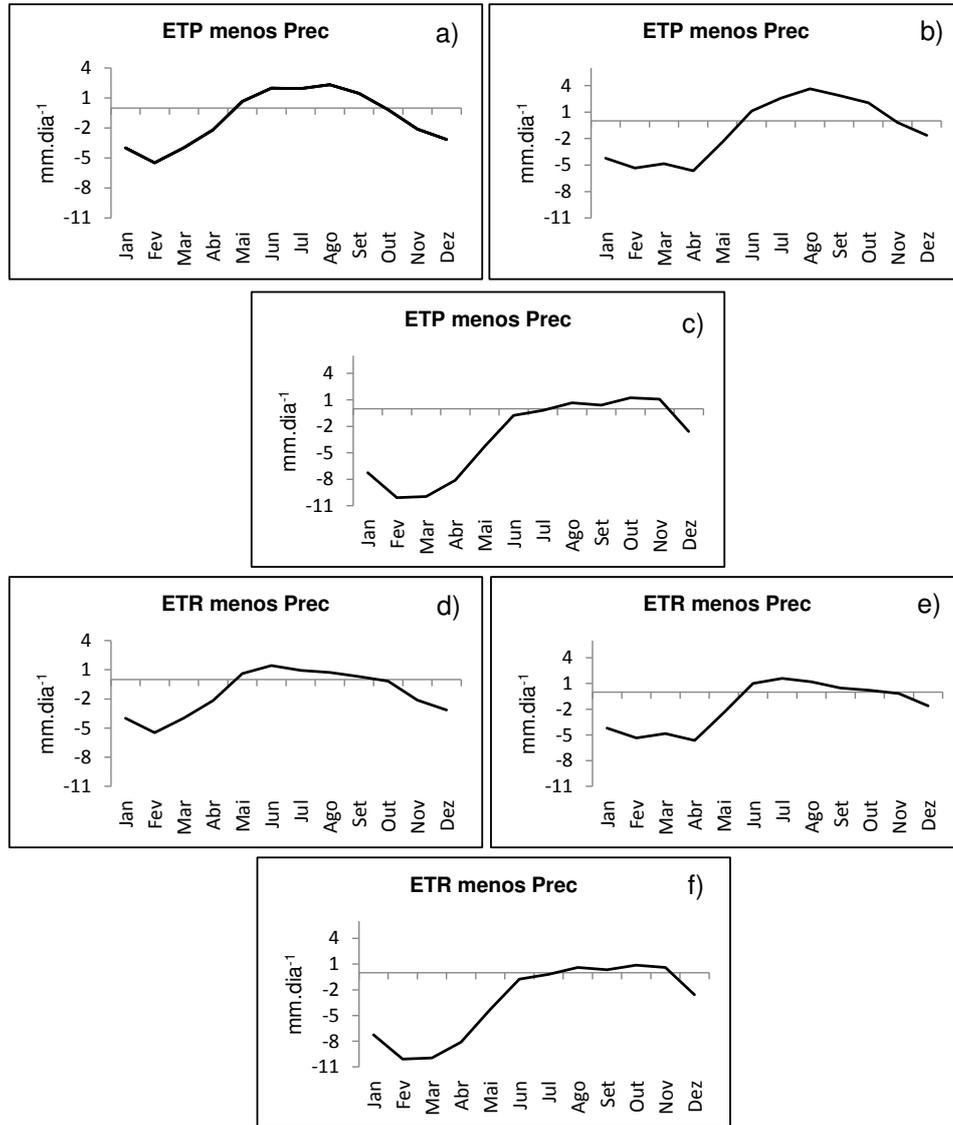
### Precipitação menos evapotranspiração

A Figura 3 revela a variação do comportamento da ETP menos precipitação para o período de 31 anos. Inicialmente observou-se que tanto a ETP quanto a ETR apresentam valores positivos durante o período menos chuvoso e valores negativos nos meses mais chuvosos para as três cidades estudadas.

As amplitudes são maiores nas curvas de ETP, justificado pela independência que a mesma tem da precipitação. Quando o comportamento da ETR é maior que zero indica que foi retirada umidade do solo por meio da evaporação para o sistema precipitante, já valores negativos revela a quantidade de água que excedeu, causando saturação do solo e escoamento (Runoff). Uma particularidade notada na Figura 3 c, f foi que as curvas são praticamente iguais. Os meses menos chuvosos tem uma pequena diferença esse comportamento é porque a cidade de Belém apresenta altos índices de precipitação e a diferente

entre ETP e ETR é basicamente a restrição hídrica no solo.

Figura 10 – Distribuição mensal da ETP menos precipitação e ETR menos precipitação para as cidades de Rio Branco (a, d), Manaus (b, e) e Belém (c, f)



### Análise Sazonal do Ciclo Hidrológico

A análise dos componentes do ciclo hidrológico foi feita, considerando os períodos mais chuvosos, menos chuvosos e climatológicos, obtendo-se resultados satisfatórios. A Tabela 1, 2 e 3 mostram valores médios destes componentes durante o período de estudo para as cidades de Rio Branco, Manaus e Belém, respectivamente.

No período mais chuvoso, o valor médio de precipitação foi de 238,2 mm/mês que corresponde a aproximadamente 55 % da ETP, com no período mais chuvoso a ETR é

igual à ETP significa que mais de 50% da precipitação observada pode ter tido origem na própria floresta Amazônia, ou seja, um pouco mais da metade das chuvas são decorrentes da evapotranspiração local.

Durante o período menos chuvoso a contribuição é ainda maior, pois o valor da ETP corresponde a 157,4 % da precipitação, e o da ETR 126,9 %, ou seja, a evapotranspiração consumiu toda água precipitada e ainda retirou parte da umidade do solo. Durante o período mais chuvoso a precipitação reestabelece a umidade do solo e ainda produz um excedente hídrico, uma vez que a evapotranspiração é 57,4% da precipitação. Para valores climatológicos de Rio Branco a média suaviza a contribuição da evapotranspiração para o sistema precipitante local, porém continua com porcentagens elevadas de 79,6 (ETP) e 72,5 % (ETR).

Os valores destacados na Tabela 2 foram calculados para Manaus e obtiveram médias de ETP e ETR de 141,1 % para os meses mais chuvosos, enquanto que nos meses menos chuvoso foram de 161,5 % e 121,5 % para ETP e ETR, nessa ordem. A razão entre ETP e precipitação foi mais elevada no período menos chuvoso que no mais chuvoso com médias de 62,6 % para ETP e 22,3 % para ETR acima da capacidade que poderia evaporar do total da precipitação. A climatologia local mostra 83,7 % da ETP contribuiu com total de 180,8 mm/mês enquanto que a ETR foi de 72,6 %.

De modo geral, as cidades com índices pluviométricos baixos apresentam contribuição da evapotranspiração nas chuvas locais mais elevadas, enquanto que Belém, sem restrição hídrica mostra baixas porcentagens de contribuição da evapotranspiração.

Vale salientar que a evapotranspiração local é transportada pelos ventos para regiões bem distantes. Além disso, cidades próximas ao litoral tem contribuição direta da umidade vinda do oceano, como vista em Belém. Ainda quando há atividade convectiva intensa como no período mais chuvoso essa contribuição também é menor.

Tabela 1- Balanço de umidade médio (mm/mês) durante 31 anos para a cidade de Rio Branco para o período chuvoso (Nov, Dez, Jan, Fev, Mar, Abr), menos chuvoso (Mai, Jun, Jul, Ago, Set, Out) e climatológico

<b>Rio Branco</b>						
<b>Mensais</b>	<b>Temp</b> (°C)	<b>Prec</b> (mm/mês)	<b>ETP</b> (mm/mês)	<b>ETR</b> (mm/mês)	<b>ETP/P</b> (%)	<b>ETR/P</b> (%)
<b>Climatologia</b>	25,7	155,6	123,9	112,8	79,6	72,5
<b>Mais Chu- voso</b>	26,1	238,2	133,0	133,0	55,8	55,8
<b>Menos Chu- voso</b>	25,2	72,9	114,8	92,5	157,4	126,9

Tabela 2- Balanço de umidade médio (mm/mês) durante 31 anos para a cidade de Manaus para o período chuvoso (Dez, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai), menos chuvoso (Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov) e climatológico

<b>Manaus</b>						
<b>Mensais</b>	<b>Temp</b> (°C)	<b>Prec</b> (mm/mês)	<b>ETP</b> (mm/mês)	<b>ETR</b> (mm/mês)	<b>ETP/P</b> (%)	<b>ETR/P</b> (%)
<b>Climatologia</b>	27,3	180,8	151,3	13,3	83,7	72,6
<b>Mais Chu- voso</b>	26,9	262,2	141,1	141,1	53,8	53,8
<b>Menos Chu- voso</b>	27,8	99,3	161,5	121,5	162,6	122,3

Tabela 3- Balanço de umidade médio (mm/mês) durante 31 anos para a cidade de Belém para o período chuvoso (Dez, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai), menos chuvoso (Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov) e climatológico

<b>Belém</b>						
<b>Mensais</b>	<b>Temp</b> (°C)	<b>Prec</b> (mm/mês)	<b>ETP</b> (mm/mês)	<b>ETR</b> (mm/mês)	<b>ETP/P</b> (%)	<b>ETR/P</b> (%)
<b>Climatologia</b>	26,9	243,3	143,5	141,1	59,0	58,0
<b>Mais Chu- voso</b>	26,8	351,9	141,1	141,1	39,8	39,8
<b>Menos Chu- voso</b>	27,1	134,6	146,9	142,2	109,1	105,6

## CONCLUSÕES

Os resultados apresentados aqui mostram que a contribuição da evapotranspiração nas precipitações foi acima de 50% para todas as cidades analisadas neste estudo. Isso indica que possivelmente as chuvas tenham sido geradas pela evapotranspiração das florestas locais. Resultado superestimado em relação a revisão feita por Rocha et al. (2015), que com base no estudo discutido, estimou-se que a reciclagem de precipitação na bacia Amazônica é da ordem de 20 a 30 %.

A distribuição sazonal revelou que o percentual da ETP e ETR se difere e foram superiores a 100% no período menos chuvoso decorrente da utilização da umidade do solo para a evapotranspiração, enquanto que durante o período mais chuvoso a ETR e ETP apresentaram percentuais médios acima de 50% para Manaus e Rio Branco e abaixo de 40% para Belém. Isso está associado principalmente a localização geográfica de Belém que recebe uma grande quantidade de vapor d'água do oceano.

Nas análises da climatologia os percentuais, apesar da suavização a contribuição foi superior a 70% tanto para ETR quanto ETP nas cidades de Rio Branco e Manaus chegando a acima de 80% da ETP para Manaus, e, 59 % e 58% para ETP e ETR em Belém.

De modo geral o estudo indicou de forma satisfatória que a evapotranspiração é

mais importante no período menos chuvoso que no período mais chuvoso nas cidades destacadas. Sendo esta contribuição mais significativa nas cidades mais distante do litoral, resultado concernente ao encontrado por Rocha et al. (2015) que diz que apesar da advecção de umidade ser a principal fonte de vapor d' água, o papel da evapotranspiração local na reciclagem é mais importante no setor sul da bacia Amazônica.

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo investimento financeiro, à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e a Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) pela estrutura física e científica, assim como a colaboração da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Instituto Nacional de Pesquisa Amazônia (INPA) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelo fornecimento de dados meteorológicos para a realização deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

ARRAUT, J. R.; NOBRE, C.; BARBOSA, H. M. J.; OBREGON, G.; MARENGO, J. A. Aerial Rivers and Lakes: Looking at Large-Scale Moisture Transport and Its Relation to Amazonia and to Subtropical Rainfall in South America. **Journal of Climate**, v. 25, n. 2, p. 543-556, 2012.

BRUNO, R. D., H. DA ROCHA, H. FREITAS, M. GOULDEN, AND S. MILLER. Soil moisture dynamics in an eastern Amazonian tropical forest. **Hydrol. Processes**, v. 20, p. 2477-2489, 2006.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. **Zona de Convergência do Atlântico Sul**. In: CAVALCANTI, I. F.A.; FERREIRA, N. J.; DA SILVA, G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo- Oficina de textos, pg. 78, 2009.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

CHATTOPADHYAY, N., HULME, M. Evaporation and, potential evapotranspiration in India under conditions of recent and future climate change. **Agro For Meteorol**, v.87,

p.55-73, 1997.

CHEN, D, GE GAO, CHONG-YU XU, JUN GUO, GUOYU REN. Comparison of the Thornthwaite method and pan data with the standard Penman Monteith estimates of reference evapotranspiration in China. **Climate research**, v.28, p. 123–132, 2005a.

CHEN, D.; GAO, G.; XU, C-Y.; GUO, J.; REN, G. Comparison of the Thornthwaite method and pan data with the standard Penman-Monteith estimates of reference evapotranspiration in China. **Climate Research**, v. 28, p. 123–132, 2005b.

COHEN, J. C. P.; CAVALCANTI, I. F. A.; SANTOS NETO, J. L. **Linhas de Instabilidade na costa N-NE da América do sul**. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; DA SILVA, G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo- Oficina de textos, pg. 78, 2009.

CORREIA, F. W. S.; MANZI, A. O.; CANDIDO, L. A.; SANTOS, R. M. N.; PAULIQUEVIS, T. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. São Paulo, Jul/Set. p. 39-43, 2007.

DA ROCHA, H. R.; MANZI, A. O.; SHUTTLEWORTH, J. Evapotranspiração. Amazonia and Global Change. **Geophysical Monograph Series**, v. 186, p. 261 – 272, 2009.

DUARTE, A. F. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 1, p. 37-42, 2005.

DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no interval 1971-2000. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3b, p. 308-317, 2006.

FISH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma Revisão geral do clima da Amazônia. **Revista Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

KRISHAN, A. **Agroclimatic Classification Methods and their application to India**, In: Climatic Classification: A consultant's meeting, 14/16, ICRISAT Center, Patancheru, India.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R.; SAULO, C.; NICOLINI, M. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from NCEP-NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. **Journal of Climate**, v. 17, n. 12, p. 2261-2280, 2004.

MARQUES, J. **A transferência horizontal de vapor d'água na troposfera e a hidrologia da bacia amazônica**. 1978. Tese (Doutorado). Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz ESALQ/USP. Piracicaba. 1978.

MOLION, L. C. B. A. **Climatonic study of the energy and moisture fluxes of the Amazonas Basin with considerations of deforestation effects**. 1975. 133 f. PhD. Thesis, University of Wisconsin Madison. 1975.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 1979. 422 p.

PENMAN, H. L. Evaporation: an Introductory Survey. *Neth. J. Agric. Sci*, n. 4, p.9 – 29, 1956.

PEREIRA, A. R.; SEDIYAMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. **Evapotranspiração**. Campinas: Fundag, 2013. 323 p.

ROCHA, E. P.; DIAS, P. L. S.; NOBRE, C A. Estimativa da evapotranspiração na Amazônia durante o Experimento FLUAMAZON. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, v. 2. p. 621-625.

ROCHA, V. M.; CORREIA, F. W. S.; F. P. A. M. reciclagem de precipitação na amazônia: um estudo de revisão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 59 - 70, 2015

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185 - 204, 2010.

SALATI, E.; MARQUES, J. **Climatology of the Amazon region**. In: SIOLI, H. (Ed.). *The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*.

Dr. W. Junk Publishers 763 p. 1984a.

SALATI, E.; VOSE, P. B. Amazon Basin: a system in equilibrium. **Science**, 225(4658), p. 129 – 138, 1984b.

SOUZA, P. F. S. **Variabilidade Espacial e Temporal das componentes atmosféricas do ciclo hidrológico da Amazônia, durante Experimento Meteorológico ABLE 2B**. 1991. 82 f. Dissertação (Mestrado). INPE: São José dos Campos. 1991.

SATYAMURTY, P.; da COSTA, C. P. W.; MANZI, A. O. Moisture source for the Amazon Basin: a study of contrasting years. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 111, n. 1-2, p.195-209, 2013.

TATEISHI, R.; AND, C. H.; AHN. Mapping evapotranspiration and water balance for global land surfaces, ISPRS. **J. Photogramm. Remote Sens.**, v. 51, n. 4, p. 209 – 215, 1996.

THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and Water Balance. **Publications in Climatology**, v. 10, p. 1983-311, 1955.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: UFV. 2000.

## **GERENCIAMENTO DA DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE GUARABIRA– PB**

Anderson Oliveira de Sousa<sup>1</sup>, Lucas Moura Delfino<sup>2</sup> e Felipe Augusto da Silva Santos<sup>3</sup>

**RESUMO:** A drenagem urbana é um dos elementos mais importantes no planejamento de uma cidade. Nesse sentido, o trabalho analisa os problemas relacionados aos impactos provocados pelas chuvas, bem como as possíveis causas de alagamentos, tendo a região central do município de Guarabira-PB como local de estudo. Para obtenção dos dados aplicou-se um questionário a 140 pessoas (moradores e comerciantes), dando preferência aos que se estabeleceram a mais tempo no local, com perguntas sobre o que ocorre nos períodos de chuva, como a população é alertada para proceder em possíveis cheias e quais ações preventivas são tomadas. Verificou-se que existe um descaso dos órgãos responsáveis pela manutenção das galerias, assim como a falta de um projeto de drenagem que acompanhe o desenvolvimento da cidade. Então, os resultados alcançados mostram a relevância de um sistema de drenagem adequado para o crescimento de uma cidade e para melhoria da qualidade de vida da população, além de alertarem que este é um problema que não atinge somente o local em questão, mas a maioria das cidades brasileiras.

**PALAVRAS- CHAVE:** Drenagem Urbana; Questionário; Guarabira.

---

1 Universidade Estadual da Paraíba; anderson-ufg@hotmai.com.

2 Universidade Estadual da Paraíba; lucasmouragba@hotmail.com.

3 Universidade Estadual da Paraíba; luizricardopb@gmail.com.

**ABSTRACT:** The urban drainage is one of the elements most important in planning of a city. So, the work analyzes the problems associated with the impacts caused by rains, like the reasons of the flooding, having the county central Guarabira-PB as a source of study. For data collection applied a questionnaire of 140 questions (merchants and residents) giving preference to those who have settled more time on place, with questions about what happens during the rainy season, as the population is alerted to proceed in potential floods and what preventive actions are taken. It was found that there is a neglect of the organs responsible for the maintenance of the galleries, as well as the lack of a drainage project to monitor the development of the city. Then, the obtained results show the importance of an adequate drainage system for the growth of a town and for improving people's quality of life, and warn that this is a problem that affects not only the location in question, but most of Brazilian cities.

**KEYWORDS:** Urban Drainage; Questionnaire; Guarabira.

## INTRODUÇÃO

O município de Guarabira-PB é caracterizado como um dos maiores do estado e possui uma população estimada de 55.340 habitantes segundo dados do IBGE (2010). Está localizado no semiárido, em uma região transitória entre as planícies litorâneas e as elevações do planalto da Borborema, o município está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja e sua superfície é caracterizada pelo relevo suave-ondulado cortado por vales estreitos (CPRM, 2005). É uma das cidades mais populosas do estado. Situa-se a 98 quilômetros da capital estadual João Pessoa; a 100 quilômetros de Campina Grande, mais populosa cidade do interior paraibano; a 198 quilômetros de Natal, a capital do Rio Grande do Norte; e a menos de 250 quilômetros do Recife, a capital de Pernambuco. A área urbana da cidade apresenta alguns vales, sendo o Centro a principal depressão, o que remete ao local um maior escoamento superficial, ou seja, um maior pico de vazão. Segundo dados da AESA (2015), nos últimos oito anos, a cidade de Guarabira apresentou uma precipitação anual média de 966,1mm e seu semestre mais chuvoso é delimitado, geralmente, pelos meses de Fevereiro a Julho. A Figura 1, mostra a localização da cidade de Guarabira-PB.

Figura 1- Figura ilustrativa da localização da cidade de Guarabira-PB



Fonte: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com).

A drenagem urbana é um fator essencial no planejamento de uma cidade, tendo em vista seu objetivo de atenuar os riscos que a população está submetida, riscos estes, provenientes de inundações causadas, em geral, pela impermeabilização do solo e ocupação irregular. Esse fenômeno, que ocorre em nível mundial, caracteriza-se pela concentração intensa de populações em aglomerações urbanas (SOUZA, 2001).

Os sistemas de drenagem urbana são sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas ou marginais de cursos naturais de água, mais sujeitas a alagamentos. As ações de planejamento na drenagem urbana, definidos nos planos diretores dos municípios, reduzem os custos ao longo prazo. Pois ações corretivas são mais caras que ações preventivas (ANDRADE; SANTOS, 2009).

Admitindo esses planos como pontos fundamentais nos processos de urbanização e saneamento, Philippi Jr. et al. (2005) diz que os mesmos são ferramentas base para o planejamento do sistema de drenagem em uma cidade. Nesse contexto, partindo do princípio de que o Plano Diretor Urbano estabelece os critérios de ocupação de áreas urbanas, temos que esse objetivo guarda relações diretas com a drenagem, daí a importância da associação do mesmo com o Plano Diretor de Drenagem, onde este irá determinar medidas estruturais do sistema de controle de cheias para diferentes períodos de tempo.

Quando não há a participação dessas medidas, adquirimos problemas como os alagamentos urbanos ocasionados pela grande quantidade acumulada de água no leito das

ruas, acrescentado aos precários e defeituosos sistemas de drenagem gerados pelo escoamento exterior e raso de águas pluviais que não consegue infiltrar-se no solo.

Para Philippi Jr. et al. (2005) o sistema básico de drenagem deve seguir e fundamentar-se em aspectos econômicos, sociais, ambientais, técnicos, entre outros, somados de uma estrutura física com sarjetas e meio-feios, pavimentação de ruas, bocas de lobos, galerias de drenagem e valas, valendo destacar que todos esses aspectos citados devem estar em perfeito funcionamento e manutenção, caso contrário gerará problemas.

Moura (2004) faz referência a dois tipos de sistemas de drenagem urbana, são eles: os sistemas clássicos, que são caracterizados pela implantação de condutos que promovem uma maior eficiência hidráulica do escoamento funcionando por gravidade, e os sistemas compensatórios ou alternativos, que se opõem ao conceito de evacuação rápida das águas pluviais, baseando-se na retenção de uma parte da água precipitada. Partindo dessa análise, nota-se que os sistemas mais utilizados no Brasil são os clássicos e, especificamente, na cidade de Guarabira-PB, onde a aplicação do mesmo se destaca.

Por conseguinte, na visão de Tucci et al. (2001), o sistema de drenagem além de poder ser compreendido como o conjunto de infraestrutura que há em uma cidade para efetuar particularidades como a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais, pode ser organizado por medidas que direcionam a vista para a diminuição dos riscos que as populações estão expostas, reduzindo os prejuízos causados pelos alagamentos.

De acordo com Botelho (1998) a construção do sistema de drenagem, procura-se atingir os seguintes objetivos:

- Assegurar o trânsito de pedestres e veículos;
- Controlar as erosões;
- Proteger as propriedades localizadas em áreas sujeitas a inundações e erosões e consequentemente, os cidadãos;
- Proteger logradouros e vias públicas;
- Proteger e preservar os fundos de vales e os cursos de água;
- Eliminar a proliferação de doenças e áreas insalubres.

O sistema de drenagem é composto da microdrenagem, constituída por tubulações de pequeno e médio porte e elementos de coleta (bocas de lobo e poços de visita), responsáveis pela captação e transporte das águas pluviais até a área de macrodrenagem, sendo esse sistema estruturado por canais e galerias.

Nas áreas urbanas, a macrodrenagem herdou as funções da malha hídrica original da bacia na quais córregos, riachos e rios foram substituídos por canalizações túneis, elevatórias, reservatórios de detenção e retenção, barragens e outros dispositivos. A macrodrenagem tem alta interconectividade, transferindo problemas de um subsistema para outro de jusante, motivo pelo qual se admite um baixo risco de falhas, ou seja, tempos de recorrência superiores há 25 anos (MARTINS, 2012). Outros aspectos preocupantes do atual panorama da gestão da drenagem urbana no Brasil são a fragmentação das atividades, a descontinuidade administrativa e a ausência de planejamento de longo prazo. Os três aspectos mencionados nascem do mesmo conceito de que programas e planos são muitas vezes considerados obras de uma administração e não como ações de governo.

Deste modo, a cidade de Guarabira é conhecida por problemas de alagamentos na região central, principalmente ao longo da avenida Dom Pedro II e na rua José de Sá. Nesses locais a lâmina de água atinge níveis alarmantes em épocas de maiores índices pluviométricos. A água costuma invadir diversas lojas e comércios, o que provoca prejuízos diretos em relação às mercadorias ali movimentadas. Além destes e de outros problemas relacionados, o aspecto de saúde pública também é afetado pelos problemas de drenagem, já que doenças podem ser veiculadas através da água acumulada nas ruas. Entretanto, Apesar do vasto noticiário das cheias e alagamentos na cidade de Guarabira, há uma grande lacuna em relação a estudos que mencionem a drenagem urbana neste município, o que ressalta a importância de análises e observações acerca deste tema.

A drenagem urbana é um fator essencial no planejamento de uma cidade, tendo em vista seu objetivo de atenuar os riscos que a população está submetida, riscos estes, provenientes de inundações causadas, em geral, pela impermeabilização do solo e ocupação irregular. Esse fenômeno, que ocorre em nível mundial, caracteriza-se pela concentração intensa de populações em aglomerações urbanas (SOUZA, 2001). Assim, o objetivo deste trabalho é identificar o impacto causado pelas chuvas, provocado pela falta de manutenção e planejamento na infraestrutura da drenagem urbana, tendo como local de estudo o município de Guarabira-PB, mais especificamente, na avenida Dom Pedro II e rua José de Sá, locais onde se concentram o grande comércio da cidade.

## MEDOTOLOGIA

O local de estudo foi a região central do município de Guarabira-PB, que compreende as lojas e empresas de grande porte assim como os acometimentos, mercados, residências e a feira livre. Nessas, foi aplicado questionário, mostrado no Anexo 01, baseado em perguntas referentes ao que acontece em períodos de chuva, como a população é orientada em casos de alagamento e quais ações são tomadas para evitar problemas relacionados a drenagem urbana, através da abordagem aos representantes – com preferência aos mais antigos - dos estabelecimentos em questão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos, através do questionário, na região e nas proximidades da Avenida Dom Pedro II estão representados nos gráficos e nas tabelas a seguir. Na tabela 1, apresenta-se a relação do tempo de residência e a quantidade dos estabelecimentos cujos responsáveis foram entrevistados:

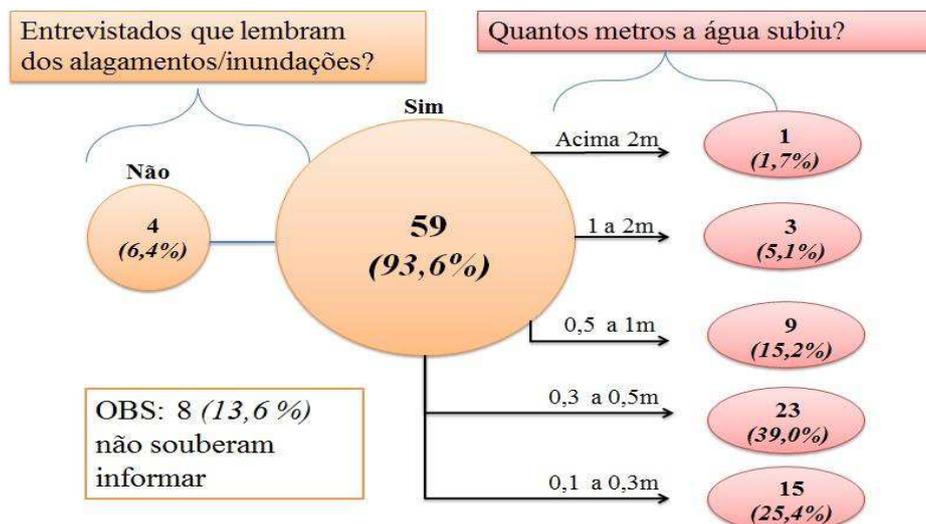
Tabela 1- Dados obtidos da pergunta 1

<b>Tempo do estabelecimento no local (anos)</b>	<b><math>0 \leq t &lt; 1</math></b>	<b><math>1 \leq t &lt; 10</math></b>	<b><math>10 \leq t</math></b>	<b>Total</b>
<b>Quantidade de entrevistados</b>	6	33	34	<b>63</b>
<b>%</b>	12,7	33,3	54,0	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Considerando a pergunta 2, obteve-se que 59 entrevistados são apenas comerciantes em relação à área e 4 têm a condição de comerciante e morador. Os resultados das perguntas 3 e 4 estão representados no gráfico 1 a seguir, e mostram que a lâmina de água alcança, predominantemente, de 0,3m a 1m, atrapalhando a passagem de pedestres e favorecendo a propagação de doenças, já que parte da água entra em contato com os esgotos durante o escoamento.

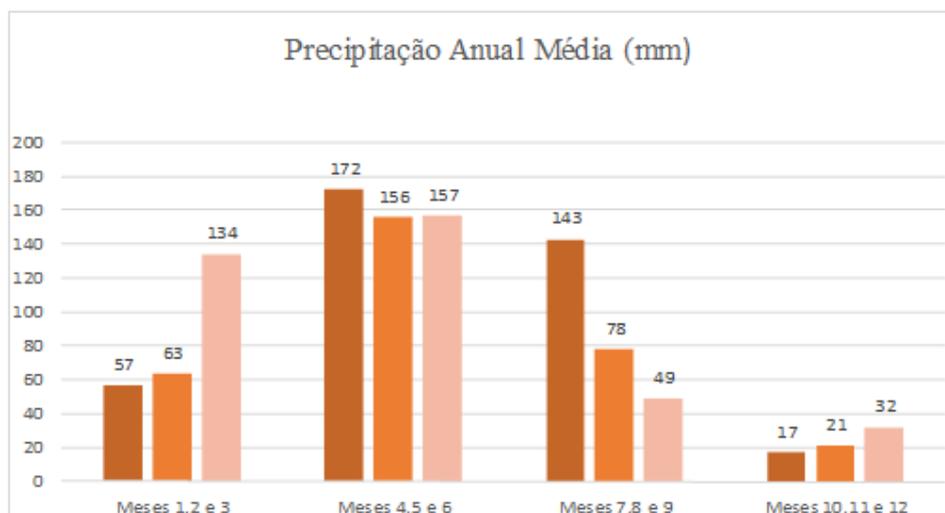
Gráfico 1– Dados obtidos das perguntas 3 e 4



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Observando o gráfico 1 podemos notar que a altura da lâmina de água chega a níveis que impedem o deslocamento da população, conseqüentemente, o funcionamento adequado do comércio e do cotidiano dos moradores. O gráfico 2 mostra a distribuição anual das chuvas, estacam-se os maiores índices entre Abril e Julho com máxima de 172 mm em Abril.

Gráfico 2– Índices de pluviosidade



Fonte: DATA.ORG (2015)

Logo abaixo (Gráfico 3), apresentam-se as informações relacionadas à pergunta 5:

Gráfico 3– Dados obtidos da pergunta 5

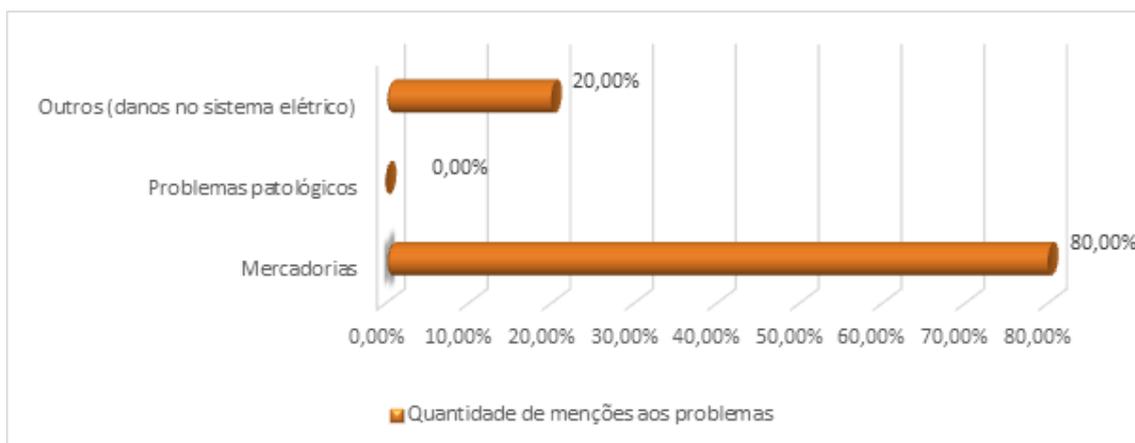


Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Em relação à existência de orientação de procedimento em caso de perigo, 60 pessoas responderam que não, e 3 pessoas disseram sim, havia ou houve alguma orientação. Tratando-se da existência de alguma ajuda de uma determinada instituição aos prejudicados pelos alagamentos, 60 pessoas disseram que não houve qualquer auxílio nesse sentido e 3 responderam que sim. As ajudas citadas pelos entrevistados vieram dos Bombeiros e da Prefeitura Municipal.

Tratando-se das perdas materiais, 9 entrevistados afirmaram ter tido algum tipo de prejuízo, diferentemente dos outros 54 que disseram não ter sofrido perdas, principalmente por estes locais serem localizados em pontos mais altos. O gráfico 4 a seguir apresenta, dentre os prejudicados, os tipos de prejuízos materiais mais comentados originados pelos alagamentos:

Gráfico 4– Dados obtidos da pergunta 8



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

E, com relação à 9ª pergunta do questionário, 58 entrevistados responderam que sim, acreditam que o poder público municipal tomou atitude para sanar os problemas ocasionados pelos alagamentos, em contrariedade aos outros 5, que responderam que não acreditam.

Algumas fotos da avenida Dom Pedro II alagada são apresentadas a seguir (Figura 2, 3 e 4), sendo possível observar e comparar a altura da lâmina de água e os danos mais prováveis que poderiam resultar desta situação com os dados obtidos neste trabalho referentes às perguntas 4 e 8, respectivamente.

Figura 2– Avenida Dom Pedro II em Guarabira-PB, inundações/Cheias na região



Fonte: [http://politicaeeventosarapb.blogspot.com.br/2015\\_03\\_01\\_archive.html](http://politicaeeventosarapb.blogspot.com.br/2015_03_01_archive.html) (2015)

Figura 3– Avenida Dom Pedro II em Guarabira-PB, inundações/Cheias na região



Fonte: [http://politicaeventosararapb.blogspot.com.br/2015\\_03\\_01\\_archive.html](http://politicaeventosararapb.blogspot.com.br/2015_03_01_archive.html) (2015)

Figura 4- Avenida Dom Pedro II em Guarabira-PB, inundações/Cheias na região



Fonte: [www.blogdoeginaldes.com.br](http://www.blogdoeginaldes.com.br) (2015)

Agora será exposto segunda parte dos resultados obtidos, através do questionário, na região e nas proximidades da rua José de Sá estão representados nos gráficos e nas tabelas a seguir, primeiramente sendo mostrada na tabela 2 a relação do tempo de residência e a quantidade dos estabelecimentos cujos responsáveis foram entrevistados:

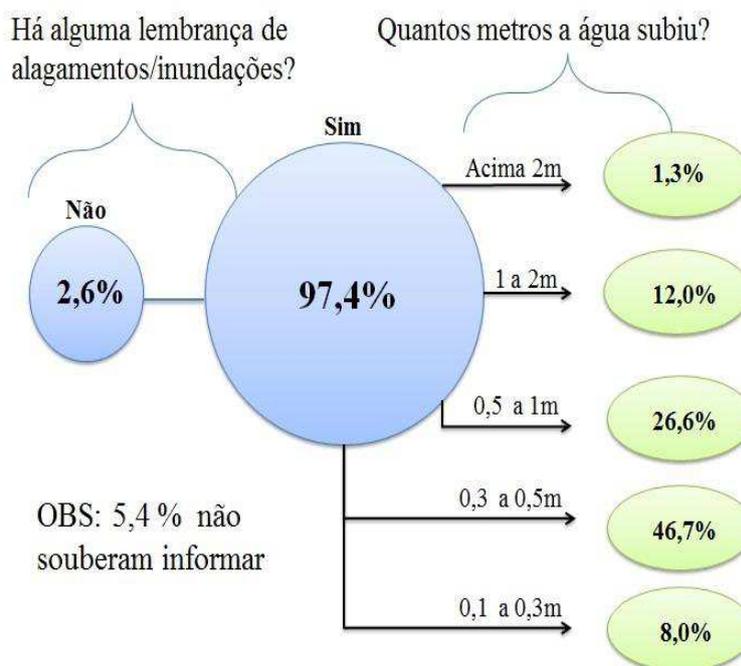
Tabela 2- Dados obtidos da pergunta 1

Tempo do estabelecimento no local (anos)	$0 \leq t < 1$	$1 \leq t < 10$	$10 \leq t$	Total
Quantidade de entrevistados	6	33	38	77
%	7,8	42,9	49,3	100

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Considerando a pergunta 2, obteve-se a totalidade dos entrevistados como sendo comerciantes, devido à localização central da coleta de dados. Os resultados das perguntas 3 e 4 estão representados no gráfico 5 a seguir, mostrando que a lâmina de água alcança, predominantemente, de 0,3m a 1m, bloqueando a passagem de pedestres e contribuindo com a propagação de doenças, já que grande parte da água entra em contato com os esgotos no decorrer do caminho de escoamento.

Gráfico 5– Dados obtidos das perguntas 3 e 4

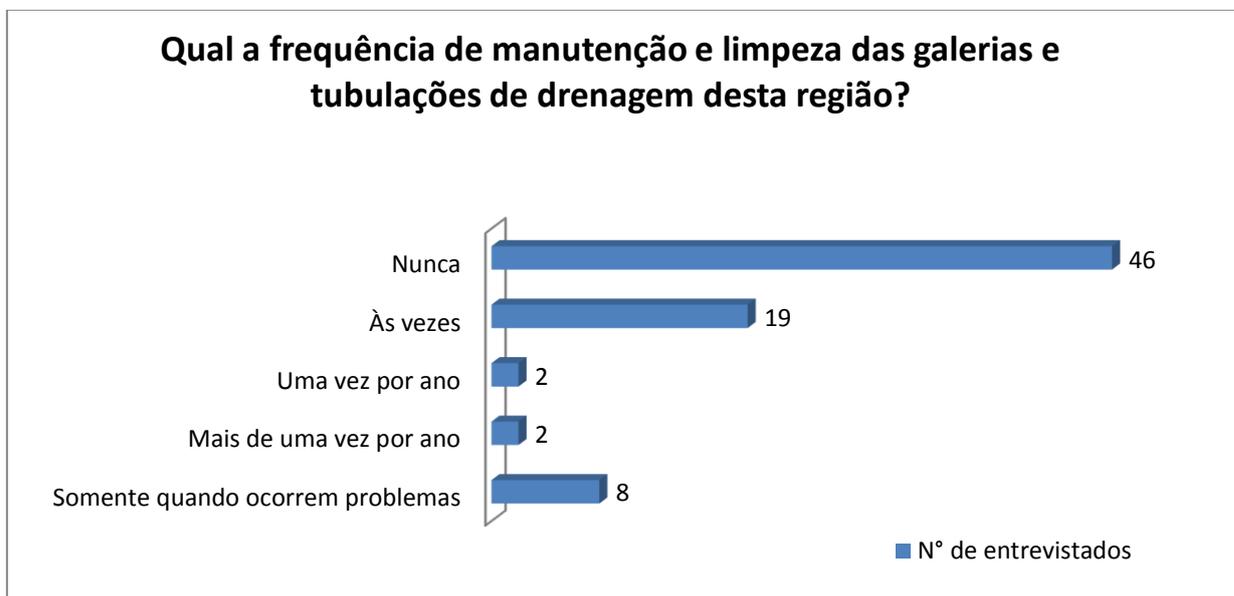


Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Em relação à existência de orientação de procedimento em caso de perigo, 74 pessoas responderam que não, e 3 pessoas disseram sim, havia alguma orientação. Tratando-

se da existência de algum suporte de uma determinada instituição aos prejudicados pelos alagamentos, 72 pessoas disseram que não houve qualquer auxílio nesse sentido e 5 responderam que sim. Segundo os entrevistados, alguns destes auxílios vieram da Prefeitura Municipal, Corpo de Bombeiros, Cagepa e até mesmo de anônimos. Logo abaixo, apresentam-se as informações relacionadas à pergunta 5:

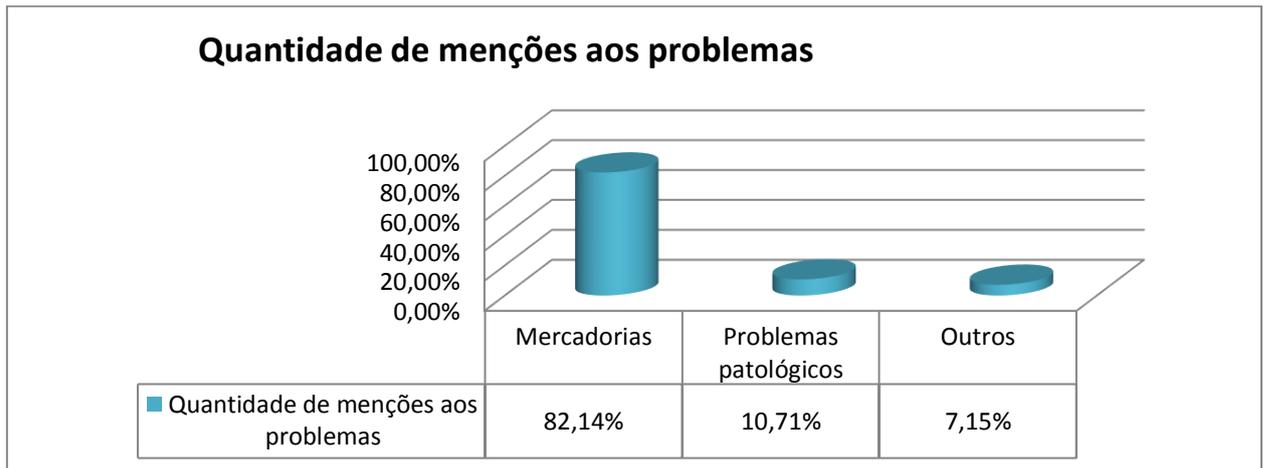
Gráfico 6– Dados obtidos da pergunta 5



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

O gráfico indica mais um fator que contribui para o aumento do volume de água nas ruas. Se tratando das perdas materiais, 24 entrevistados afirmaram ter tido algum tipo de prejuízo, diferentemente dos outros 53 que disseram não ter sofrido perdas, principalmente por conta da localização destes locais serem em pontos mais altos. O gráfico 7 a seguir mostra, dentre os prejudicados, os tipos de prejuízos materiais mais mencionados originados pelos alagamentos:

Gráfico 7– Dados obtidos da pergunta 8



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

E, com relação à 9ª pergunta do questionário, 47 entrevistados responderam que sim, acreditam que o poder público municipal tomou atitude para sanar os problemas ocasionados pelos alagamentos, em contrariedade aos outros 30, que responderam que não acreditam.

## CONCLUSÕES

Como registro dos acontecimentos e o levantamento de dados, pôde-se evidenciar o valor e a relevância da inserção dos sistemas de drenagem assim como a manutenção e aperfeiçoamento dos da região em questão. Desse modo, fatores como a limpeza e reparo adequados, investimento na execução e planejamentos de projetos pelos órgãos responsáveis, acompanhado das orientações adequadas à população em como agir nos casos de alagamento, impulsionaria a segurança e conforto para a população habitante ou transeunte, geraria o desenvolvimento do sistema viário, e a valorização das propriedades existentes na área uma vez destituídas dessas medidas.

## REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2015. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

ANDRADE, R.; SANTOS, M. **Análise dos problemas de drenagem urbana nos bairros vila operária e aeroporto, Teresina - PI.** Teresina - PI: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, 2009. 7 p.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva:** Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades. EDGARD BLÜCHER LTDA, 2. ed. rev. e ampl. - São Paulo, 1998.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Guarabira, estado da Paraíba.** MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C. de; MORAIS, F. de; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. de (Org.). Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DATA.ORG, Climate. **Clima: Guarabira.** Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/42710/>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

IBGE. **Censo 2010.** Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_paraiba.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_paraiba.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2015.

MARTINS, J. R. S. **Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?** São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2012. 11 p.

MOURA, P. M. **Contribuição Para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana.** 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte- MG, 2004.

SOUZA, C. M. N. **Carência ou Precariedade dos Serviços de Drenagem Urbana e Ocorrência de Doenças de Importância para a Saúde Pública - Contribuição ao Estabelecimento de Modelo Causal.** 2001. 147 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília- DF. 2001.

## ANEXO 1

Questionário Aplicado à População da região central de Guarabira-PB:

- 1) Tempo do estabelecimento no município/local: \_\_\_\_\_
- 2) Exerce outras atividades no bairro/local? \_\_\_\_\_ (morador e comerciante; morador e trabalhador, apenas trabalhador ou comerciante)
- 3) Você se recorda dos alagamentos/inundações que ocorreram na região central?  
(  ) Sim (  ) Não
- 4) Você se recorda de quantos metros aproximadamente a água subiu?  
(  ) de 10 a 30cm (  ) de 30 a 50cm (  ) de 50cm a 1m (  ) de 1 a 2m (  ) acima de 2m
- 5) Com que frequência se realiza a manutenção e a limpeza de galerias e tubulações de drenagem na região central?  
(  ) Nunca (  ) As vezes (  ) Uma vez por ano (  ) Mais de uma vez por ano (  )  
Somente quando a água da chuva não consegue escoar e ocorrem alagamentos
- 6) Havia alguma orientação de como proceder em caso de perigo?  
(  ) Sim (  ) Não
- 7) Houve algum suporte de alguma instituição aos prejudicados pelos alagamentos?  
Qual?  
(  ) Sim (  ) Não
- 8) Durante esses fenômenos (inundações/ alagamentos) houve perdas materiais?  
(  ) Sim (  ) Não  
Se sim: (  ) Mercadorias (  ) Problemas patológicos no estabelecimento( residências/ comércios) (  ) outros
- 9) Você acredita que o poder público municipal tomou atitude para sanar os problemas com os alagamentos/inundações?  
(  ) Sim (  ) Não



# **GESTÃO DA ÁGUA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDO DE CASO EM COMUNIDADES RURAIS DE ARARUNA-PB**

Bruno Andrade de Freitas<sup>1</sup>, Bruno Menezes da Cunha Gomes<sup>2</sup>  
e Alanny Larissa da Silva Oliveira Sousa<sup>3</sup>

**RESUMO:** A escassez de água potável para o consumo humano é um problema que contribui para uma redução na qualidade de vida da população. Nesse sentido, objetivou-se com esse trabalho observar as formas de armazenamento de água por agricultores de comunidades rurais do município de Ararauna-PB, realizando um estudo quanto à percepção dos mesmos em relação ao manejo, qualidade e finalidade da água armazenada. A metodologia consistiu na aplicação de 40 questionários semiestruturados, nas comunidades da área em estudo. Com a análise dos resultados observou-se que 90% dos moradores utilizam cisternas como forma de armazenamento de água da chuva para o consumo. Constatou-se ainda que a maioria utiliza a água armazenada para mais de uma finalidade. O manejo da água armazenada em cisternas, em boa parte, apresentou-se de forma eficiente, pois mais da metade dos moradores realizam alguma barreira sanitária para evitar a contaminação da água. Por outro lado, os moradores se apresentaram leigos em relação à qualidade da água, pois, menos da metade afirmou que realiza algum tratamento para beber. A extração da água das cisternas se dá por meio de baldes/latas, o que pode aumentar o risco de contaminação da mesma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Semiárido; Cisternas; Armazenamento.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Ararauna, PB, Fone: (0XX83) 9629.6906, brunoandraderc@hotmail.com.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Ararauna, PB.

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Ararauna, PB.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial a sobrevivência humana, devido à escassez, a sua disponibilidade tem sido crescentemente limitada, principalmente em regiões áridas e semiáridas. No Brasil, a região mais afetada pela falta de água é o Nordeste brasileiro (região equatorial) que apresenta em sua maioria um clima tropical com temperaturas altas o ano todo, o que contribui para uma alta taxa de escassez hídrica.

A quantidade disponível de água no Nordeste do Brasil, em especial na região semiárida, é um problema que pode afetar no seu desenvolvimento. É importante destacar que há um grande investimento com pesquisa e inovações tecnológicas indispensáveis para enfrentar a qualidade e a disponibilidade de recursos hídricos nessa região. Segundo Cirilo (2010, p.82).

Todavia, esses esforços ainda são, de forma global, insuficientes para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as populações continuem vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural.

Dados do Ministério da Integração afirmam que o Semiárido brasileiro abrange uma área de aproximadamente 969.589,4 km<sup>2</sup> e compreende cerca 1.200 municípios de nove estados do Brasil: Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

O semiárido brasileiro é o mais chuvoso do planeta, apresenta uma média pluviométrica entre 200 a 800 milímetros por ano. Apesar disso, caracteriza-se pelo déficit hídrico devido a alta taxa de evapotranspiração que é de até 3000 mm/ano, ou seja, a evaporação é três vezes maior do que a chuva que cai. Abriga cerca de 22 milhões de pessoas, que representa 11,8 % da população brasileira. (ASA, Articulação no Semiárido).

Embora as chuvas no semiárido sejam irregulares, o fato é que elas ocorrem, logo é necessário obter informações científicas, mais detalhadas, de como melhor armazenar e utilizar a água da chuva. Já se verifica a existência de tecnologias nessa região que possibilitam a captação e o armazenamento de água da chuva para uso humano, criação de animais, entre outros, como por exemplo a construção de açudes, cisternas, etc. (SANTOS, et al., 2012). Diversas são as políticas voltadas para amenizar o problema dos recursos hídricos na região semiárida, na qual podemos destacar o Programa de Formação e Mobilização para a convivência com o semiárido (PIMC), gerenciado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), e com o apoio do governo federal. Segundo a ASA o

programa foi criado em 2003, e tem por objetivo beneficiar cerca de cinco milhões de pessoas, em toda região semiárida, com água potável para beber e cozinhar, através das cisternas de placas.

O sistema de captação de água de chuva, em cisternas, constitui uma tecnologia de baixo custo de implantação em relação a estações de tratamento e poços artesianos, e armazenam grandes volumes de água. Para Tavares (2009, p. 27) o aproveitamento da água de chuva é um hábito milenar, que ressurgiu nas sociedades modernas como uma alternativa para diminuir os problemas de escassez da água, e reduzir a dependência excessiva das fontes superficiais de abastecimento. A água da chuva é um recurso hídrico acessível a toda população, independente das condições econômicas e sociais, e ainda é uma fonte de água doce que não é cobrada pelo seu uso.

Com a construção das cisternas, na região semiárida, surge um problema relacionado ao seu manejo incorreto. Caso a coleta e armazenamento não sejam realizados de forma adequada, a qualidade da água será afetada e pode trazer doenças para a população.

A qualidade da água da chuva captada em cisternas depende da pureza da atmosfera, dos materiais usados para construir a área de captação e das impurezas depositadas na sua superfície do telhado, calhas e bicas, que conduzem a água para dentro da cisterna. (GNADLINGER, 2007).

O transporte da água da cisterna para a residência é um importante fator de contaminação, já que a água geralmente é transportada em baldes ou latas, muitas vezes inapropriados para esta finalidade. (ANDRADE NETO, 2003).

A manutenção da qualidade da água armazenada em cisternas rurais depende antes de tudo da educação sanitária da população, que deve ser um processo permanente, da participação social da comunidade envolvida, mas também depende de um projeto adequado e inspeção regular. (TAVARES, 2009).

Nesse contexto o presente trabalho tem por objetivo identificar a (s) principal (ais) fonte(s) de água utilizada pelos agricultores em comunidades rurais do município de Araruna-PB, identificando a sua finalidade, qualidade, e técnicas de manejo adotadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Descrição da área em estudo

Segundo o IBGE (2013), o município de Araruna-PB, possui uma área de aproximadamente 245.723 km<sup>2</sup>, e abriga uma população de 19.653 habitantes. O município de Araruna-PB está localizado na Microrregião do Curimataú Oriental e na Mesorregião Agreste Paraibano do Estado, que devido o seu seu índice pluviométrico, índice de aridez e o risco de seca está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005, condição que dificulta o abastecimento adequado de água para população.

Figura 1– Localização do município de Araruna no mapa da Paraíba



Fonte: Google Imagens.

### Caracterização da pesquisa e do questionário

Foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório através de visitas nas comunidades rurais. Para isso, foi elaborado um questionário misto e semi-estruturado, composto de perguntas objetivas e subjetivas. O modelo adotado segue o sugerido por Silva (2001).

O questionário foi aplicado durante um curto período do mês de Abril de 2014, abrangendo uma população de 40 famílias. Participaram do estudo todas as famílias que

recebiam em suas casas o pesquisador e aceitavam participar voluntariamente da pesquisa. O pesquisador também observava o local de trabalho e recolhia depoimentos dos familiares.

Os dados obtidos com o questionário foram analisados, por meio de números percentuais e absolutos, com auxílios de gráficos e tabelas, tabulados no Microsoft Word e Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A origem da água para consumo humano, nas comunidades visitadas encontra-se no gráfico 1 a seguir.

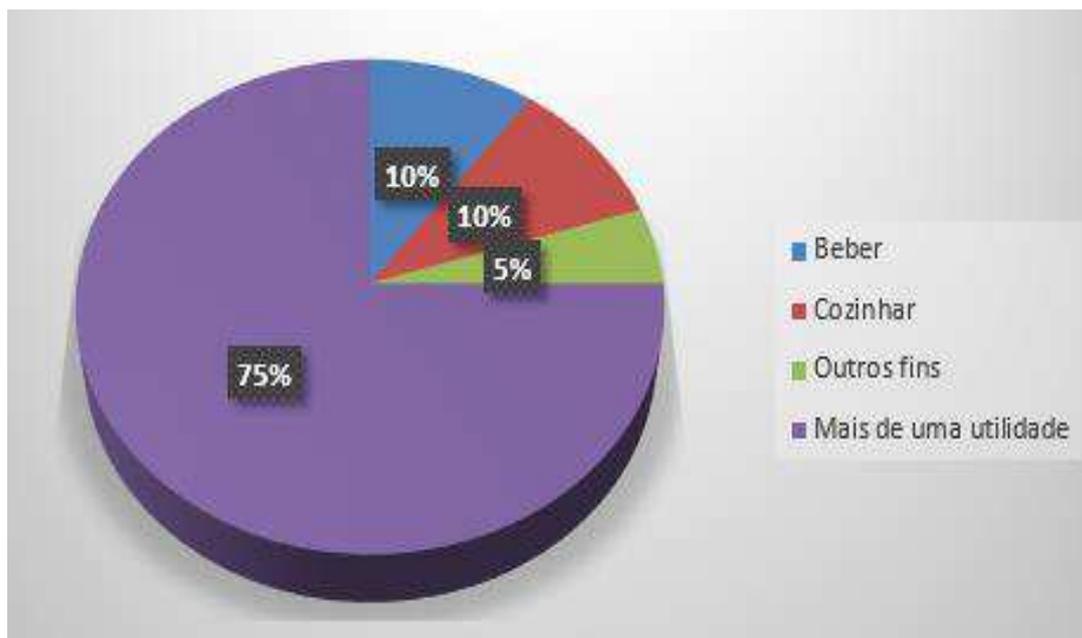


Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Pela análise do gráfico observa-se que 90% dos moradores utilizam água da chuva, armazenada em cisternas, para o consumo próprio, tendo em vista que a maioria das residências nas comunidades não dispõe de água encanada. Esses resultados reforçam a tese de que o sistema de armazenamento por cisterna representa uma boa solução de acesso à água para a população rural de baixa renda do Semiárido brasileiro, em virtude da boa qualidade da água de chuva.

O gráfico a seguir mostra a distribuição da finalidade da água nas cisternas, percebe-se que mais da metade da população utiliza a água para mais de uma finalidade, enquanto que 10% é utilizada para beber e 10% para cozinhar.

Gráfico 2– Finalidade da água



Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Ainda segundo os agricultores em 70% das residências que possuem cisternas não há carros-pipa fazendo o reabastecimento de água nas mesmas.

Para Tavares (2009) durante período de estiagem no semiárido, pode faltar água devido ao uso inadequado da mesma, a qual deve ser usada exclusivamente para beber, o que aumenta o risco de falta d'água nessas regiões.

Além do questionário, o pesquisador pediu para que alguns entrevistados descrevessem como era a convivência no semiárido com a falta de água. Os depoimentos confirmaram situações de dificuldades, como o do senhor José Otávio<sup>3</sup>, da comunidade Macapá, que afirma como era difícil o acesso à água antes das cisternas.

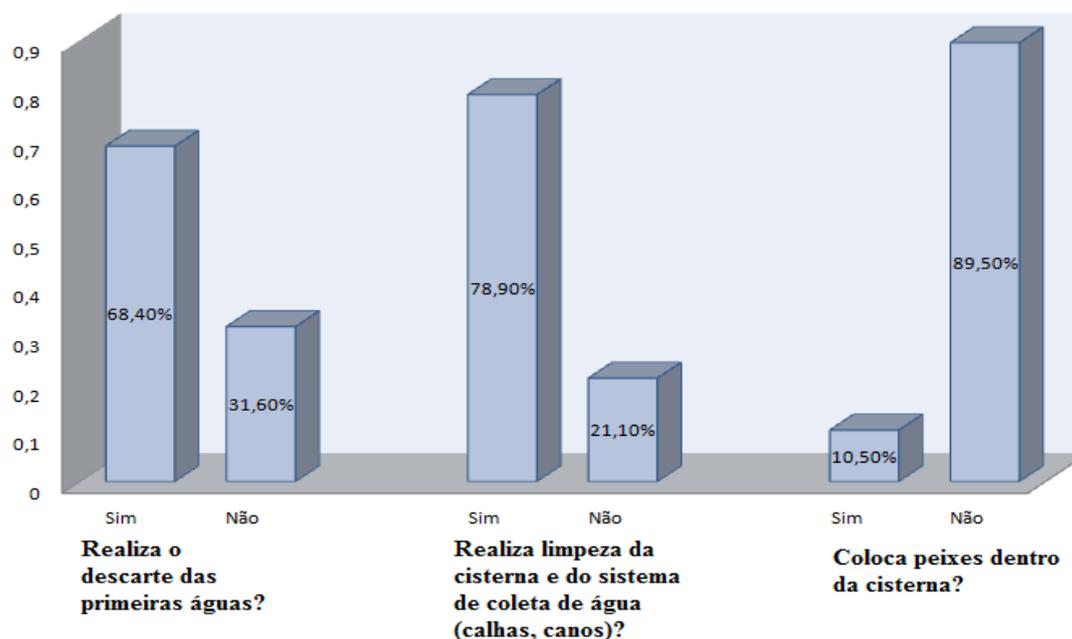
*“a gente tinha que andar quilômetros para pegar água em barreiros, porões, lajeiros... e muitas vezes uma água não boa pra saúde.”*

O gráfico 3 mostra os diferentes métodos de manejo que as famílias utilizam como forma de melhorar e preservar a qualidade da água. Uma barreira sanitária eficiente feita pela maioria da população nessas comunidades é lavar e desinfetar a cisterna, pelo menos uma vez ao ano, para não ocorrer mistura da água antiga com a água nova, e se a cisterna for de placas não a deixar vazia, pois pode comprometer a sua estrutura, causando racha-

<sup>3</sup> Masculino, 32 anos. Os nomes dos depoentes das famílias pesquisadas foram modificados para preservar o anonimato.

duras e infiltrações. Neto et al. (2003) afirma que com a criação de peixes dentro da cisterna, há uma diminuição na população de larvas de mosquitos, pois os peixes se alimentam dos mesmos.

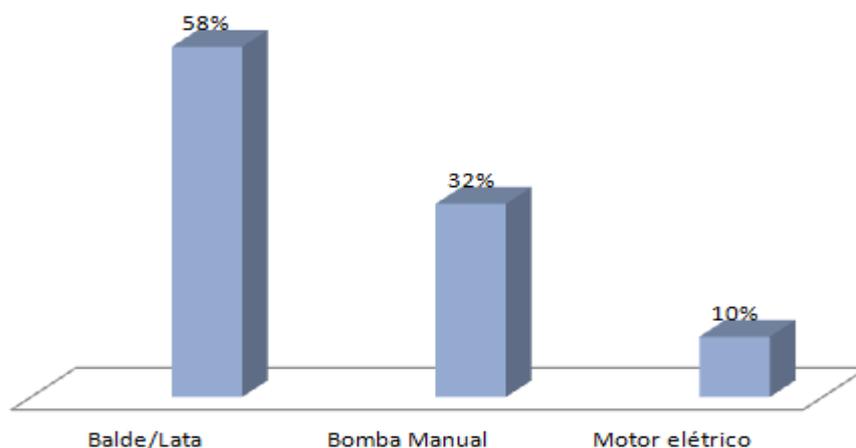
Gráfico 3- Cuidados que a população das comunidades tem com a água armazenada nas cisternas



Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Foi questionado aos moradores a forma como a água da cisterna é extraída, os resultados se encontram no gráfico 4.

Gráfico 4- Como ocorre a extração da água da cisterna?



Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Analisando as respostas dos entrevistados, observa-se que 58% dos agricultores utilizam balde ou lata para a retirada de água da cisterna. De acordo com Barros (2013), apud Xavier (2010), a utilização do balde ou lata para retirada da água da cisterna ou para conduzir para o interior da casa deve ser feita de forma criteriosa, tendo em vista que este transporte é um importante meio de contaminação, e muitas vezes estes objetos são guardados de forma inadequada.

Por último, foi indagado se a população realiza alguma forma de tratamento na água utilizada para beber, e qual seria essa forma de tratamento. Após análise dos resultados conclui-se que apenas 35% da população trata a água da cisterna para beber, por meio da cloração, aplicando-se o cloro a água e da filtração, utilizando filtros de barro, e também adicionando pequenas quantidades de hipoclorito de sódio a água; o percentual restante afirmou que a água armazenada já era própria para o consumo, sem necessidade de tratamento. O ministério da saúde recomenda que a água para o consumo humano precisa ser filtrada e posteriormente fervida, caso não possa ferver adicionar para cada litro de água duas gotas de hipoclorito de sódio.

## **CONCLUSÕES**

Através dos resultados obtidos conclui-se que, a utilização de cisternas em áreas rurais constitui a principal fonte de armazenamento de água para o consumo humano e doméstico, e se apresenta como uma boa alternativa de acesso à água.

Também pode-se verificar que os moradores das comunidades pesquisadas apresentam em geral um manejo adequado na retirada da água da cisterna, pois, adotam barreiras sanitárias eficientes para evitar a contaminação da água e se preocupam em adotar mecanismos para evitar a entrada de sujeira no interior das cisternas. Entretanto, a maneira como a água é extraída pode aumentar o risco de contaminação da mesma, e menos da metade dos moradores realizam tratamento na água que utilizam para beber. Diante disto deve haver a implantação de políticas públicas no que diz respeito a melhoria da qualidade de água, e uma maior fiscalização por parte dos órgãos competentes, já que em mais da metade das residências não há o abastecimento das cisternas por carros pipa.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, C. O.; **Proteção sanitária das águas de cisternas rurais**. In: 4º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. Petrolina- PE. 2003.

ASA – **Articulação no Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

BARROS, J. D. S.; TORQUATO, S. C.; AZEVEDO, D. C. F.; BATISTA, F. G. A. Percepção dos Agricultores de Cajazeiras na Paraíba, quanto ao uso da água da chuva para fins potáveis. **Revista Holos**, v.2, p. 50-65, 2013.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. **A questão da água no semiárido brasileiro**. Disponível em: <[www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-811.pdf](http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-811.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2014.

GNADLINGER, J. **Rumo a um padrão elevado de qualidade de água de chuva coletada em cisternas no semiárido brasileiro**. 6º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUAS DE CHUVA. Belo Horizonte, 2007.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

NETO, S. D. M.; SANTOS, B. D.; MEDEIROS, S. S.; AZEVEDO, V. A. C.; JUNIOR, L. G. G.; ALMEIDA, C. W. Percepção, manejo e uso da água das cisternas em comunidade do semiárido baiano. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.28, p.56-62, 2013.

SANTOS, B. D.; SANTANA, S. G.; AZEVEDO, O. D.; SILVA, J. P. A.; Neto, S. D. M.

**Captação da água da chuva para fins agropecuários no semiárido.** In: Recursos Hídricos em regiões semiáridas. Campina Grande, 2012, p.76-97.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121p.

TAVARES, A. C. **Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no Semiárido paraibano.** 2009. 27f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba/ Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande – PB, 2009.

# IMPACTO SOCIOAMBIENTAL NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DA CAL: UM ENFOQUE INTERDISCIPLINAR

Sandra dos Santos Sales<sup>1</sup>, Lizandra de Farias Rodrigues Queiroz<sup>2</sup>  
e Eivaldo Moreira Barbosa<sup>3</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se analisar os impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes da mineração no município de Santa Cecília/PB. Trata-se de um estudo descritivo, exploratório e transversal, com abordagem qualitativa, realizado no período de julho a setembro de 2015. Para coleta de dados utilizou-se a observação participante. Identificou-se que a área estudada encontra-se em presente estágio de degradação ambiental devido a vários fatores, entre eles cabe destacar: o empobrecimento do solo devido à retirada da cobertura vegetal, decorrente da extração da rocha calcária, bem como a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte ou por gases emitidos da queima de combustível. Assim como, a degradação ambiental decorrente da atividade de mineração pode repercutir em danos e/ou agravos à saúde das pessoas que trabalham nas suas instalações, bem como da população ao redor da área explorada. Para tanto é imprescindível a busca de uma abordagem interdisciplinar com vistas a solucionar as questões de ordem socioambiental mediante a complexidade da temática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mineração; Impactos socioambientais; Interdisciplinaridade.

---

<sup>1</sup> Enfermeira, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, Fone: (83) 98800-7566, samily.cg@hotmail.com.

<sup>2</sup> Enfermeira, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

<sup>3</sup> Bacharel em direito, Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

## **SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACT ON THE LIME EXTRACTION PROCESS: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH**

**ABSTRACT:** This study aimed to analyze the conflicting relations resulting from the mining activity in the municipality of Santa Cecília / PB. It is a descriptive, exploratory and cross-sectional study with a qualitative approach, conducted from July to September 2015. For data collection was used the participant observation. It was identified that the study area is in this stage of environmental degradation due to various factors, including the following projects: the impoverishment of the soil due to the removal of vegetation, resulting from the extraction of limestone and air pollution by particulate suspended by mining activity, processing and transportation or emitted from fuel combustion gases. As well as environmental degradation due to mining activity could impact in damage and / or harm to health of the people working at its premises, as well as the population around the explored area. Therefore, it is essential to search for an interdisciplinary approach in order to address issues of social and environmental order by the complexity of the subject.

**KEYWORDS:** Mining; Environmental impacts; Interdisciplinarity.

### **INTRODUÇÃO**

A mineração exerce importante papel na história humana, uma vez que esta possibilitou a melhoria nas condições de trabalho do homem, com construção de utensílios e artefatos para uso humano. Até hoje, a mineração não perdeu sua importância, tendo em vista que o processo de industrialização e produção é totalmente dependente da mesma.

Por sua vez, o aproveitamento dos recursos minerais resulta em impactos e conflitos socioambientais. Esses conflitos podem derivar de embates em função de interesses convergentes ou divergentes sobre o aproveitamento do patrimônio natural.

No município de Santa Cecília, situado no estado da Paraíba, a atividade mineradora encontra-se bastante difundida na região, por meio da extração da cal. O Óxido de Cálcio (CaO), mais conhecido comercialmente como cal, é um dos materiais de construção mais antigos do mundo. É obtido pela decomposição térmica (calcinação ou queima) de rochas calcárias moídas em diversos tipos de fornos, a uma temperatura média de 900°C. Sua utilização é muito abrangente nos mais diversos segmentos: construção civil,

construção de estradas, siderurgia e metalurgia, indústria química, papel e celulose, indústria alimentícia e agricultura.

Vale ressaltar, que a extração do minério a cal é uma das atividades econômicas desenvolvidas na localidade supracitada há mais de 40 anos, todavia essa atividade suscita numerosos e intensos impactos ao meio ambiente natural, social e do trabalho, ocorridos tanto no espaço das minas como no seu entorno, atingindo também a população da cidade.

Nestes termos, ressalta-se ainda, que a degradação ambiental decorrente da atividade de mineração pode repercutir em danos e/ou agravos à saúde das pessoas que trabalham nas suas instalações, bem como da população ao redor da área explorada. Podendo esses danos assumir características de problemas respiratórios (exposição às partículas provenientes das etapas da atividade de mineração, tais como a lavra a céu aberto, por exemplo); alterações dermatológicas (haja vista a exposição aos raios solares, uma vez que esta atividade é realizada durante o período diurno, aproveitando a luz solar); bem como acidentes, podendo estes ser fatais.

Diante do exposto, objetivou-se analisar os impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes da mineração, e especificamente: identificar os impactos na saúde dos trabalhadores desinente do processo de trabalho e propor medidas mitigadoras para a minimização dos impactos ambientais e das condições laborais dos trabalhadores.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Estudo descritivo, exploratório e transversal, com abordagem qualitativa, realizado no período de julho a setembro de 2015, na cidade de Santa Cecília, no interior do estado da Paraíba, Brasil. Segundo Gil (2009), as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade proporcionar maior proximidade com o problema, no intuito de torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses assim como aprimorar as ideias ou descobrir intuições.

Ainda segundo este autor, as pesquisas descritivas apresentam como objetivo principal “*a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis*”. A abordagem qualitativa foi escolhida por focar as questões sociais e é responsável pelo espaço mais amplo das relações como o significado, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, bem como mensurar a significância dos impactos. Para tanto, primeiramente realizou-se um levantamento bibliográfico para compreensão dos conceitos e diretrizes que fundamentam a extração de mi-

nérios, tal levantamento foi formulado a partir de consultas em livros e artigos relacionados à temática.

Em seguida, foi realizada a visita *in loco* para a coleta de dados, onde foi adotado o método da observação participante. Para Minayo (2008) a observação participante é um método de coleta de dados que exige uma sistematização prévia (roteiro de observação) que deve focar os objetivos da investigação, a fim de fundamentar o planejamento de estratégias para o melhor desenvolvimento das ações no âmbito estudado.

O método supramencionado foi utilizado com a finalidade de identificar *in loco* o contexto da extração do minério a cal no município de Santa Cecília/PB, bem como, identificar os possíveis impactos sócio-ambientais provenientes da atividade de mineração. Os métodos utilizados na análise dos impactos sócio-ambiental envolvem, além da interdisciplinaridade exigida pelo tema, questões de subjetividade, justificando assim a escolha da abordagem qualitativa. Desta forma, torna-se possível observar a magnitude de importância destes parâmetros e a probabilidade dos conflitos ocorrerem, a fim de se obter dados que aproximem o estudo de uma conclusão mais realística. Os materiais utilizados para coleta e informações no campo foram: roteiro de observação e câmara fotográfica.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Caracterização do local do estudo**

A exploração mineral em si, é uma atividade caracteristicamente insustentável, do ponto de vista ambiental, haja vista que para sua realização esta necessita, obrigatoriamente, retirar do meio os recursos naturais, podendo ocasionar a exaustão da área, uma vez que na maioria dos casos não existe a reposição do que foi extraído. Por este motivo, existem procedimentos que são indispensáveis para a minimização dos impactos de tal atividade, buscando, com isso, uma manutenção da cobertura vegetal, através da preservação da flora e da fauna da região; bem como o controle sobre poluição sonora e disposição de dejetos (CABRAL; PEREIRA; ALVES, 2012).

A mineração desenvolvida em Santa Cecília suscita numerosos e intensos impactos ao meio ambiente natural, social, à saúde e ao trabalho, ocorridos tanto no espaço das minas como no seu entorno, atingindo também a população da cidade, visto que a localização de uma das minas fica há aproximadamente 300 metros do centro do referido município. Nesse contexto, segundo o art. 1º, da Resolução Conama nº 001/1986 considera-

se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Atualmente no município existem 05 empresas formais desenvolvendo tal atividade, todavia a extração da cal também é realizada em propriedades privadas, fato bem característico no município. Inicialmente, faz-se necessário ressaltar que, de acordo com os moradores da cidade e os proprietários a atividade instalou-se em Santa Cecília sem passar pelo processo legal de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Bem como, a aquisição das três licenças previstas para atividades potencialmente causadoras de danos ambientais, na qual se enquadra a mineração: Licença Prévia (LP) que deve conter os requisitos básicos a serem atendidos na localização, instalação e operação; Licença de Instalação (LI) que autoriza o início da implantação a partir do atendimento dos requisitos constantes no Projeto e a Licença de Operação (LO) que autoriza o início das atividades (SÁNCHEZ, 2006).

Ressalta-se que essas licenças são autorizações que pressupõe um julgamento de valor por parte do agente público na análise do projeto e aplica-se aos casos em que não existe um direito preexistente por parte do administrado para o exercício da atividade. Todo este trabalho deverá ser fiscalizado e acompanhado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Outro problema é a forma de extração do minério, que é feita com a remoção das camadas do solo e que durante o processo de extração, altera a paisagem, resultando em crateras que deformam o solo-paisagem, tornando-se um grande problema para o meio ambiente, para os empreendimentos e para a sociedade.

Assim corroborando com o estudo de Mechi e Sanches (2010) que analisou os impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo, praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno. A qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia, a jusante do empreendimento, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão.

Com frequência, a mineração provoca a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de

combustível. Outros impactos ao meio ambiente estão associados a ruídos, sobrepressão acústica e vibrações no solo associados à operação de equipamentos e explosões (MECHI; SANCHES, 2010).

Durante o processo de exploração mineral da cal pode ocorrer subsidência. Entende-se por subsidência a deformação ou deslocamento de direção essencialmente vertical descendente, manifestando-se por afundamento do terreno. Após o término da mineração, podem ser deflagrados novos processos de subsidência (afundamento lento) ou colapso (evento rápido é uma modalidade de subsidência em que a movimentação do terreno é brusca, pela exploração mineral pretérita, que podem afetar os novos usos de solo sobrejacentes ou lindeiros à mineração (INFANTI JUNIOR; FORNASARI FILHO, 1998).

No que se refere à atividade erosiva, tomando por base as considerações de Araújo et al. (2009), a perda dessa camada do solo reduz a fertilidade do solo, visto que: conforme o solo se torna mais denso e fino, fica menos penetrável às raízes e pode se tornar superficial demais a elas; reduz-se a capacidade de o solo reter água e torná-la disponível às plantas, e os nutrientes para as plantas são levados com as partículas de solo erodidas. Fato a ser considerado em virtude do município de Santa Cecília está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005, cuja delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca.

Outro impacto ambiental relevante identificado no município é a disposição inadequada dos rejeitos. De acordo com a Norma Regulamentadora de Mineração nº19 que dispõe sobre disposição de estéril, rejeitos e produtos do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), rejeito é o material resultante dos processos extrativos da mineração, que não é aproveitado economicamente, após passar pelo processo de beneficiamento (DNPM, 2002).

A acumulação do rejeito quando feita de forma desordenada, acarreta em significativas alterações topográficas, degradação ambiental e conseqüente poluição visual. Portanto, constata-se que não ocorre a disposição adequada dos rejeitos provenientes da atividade de extração mineral em estudo, descumprindo assim a Norma Regulamentadora de Mineração nº19/ 2002 que propõe que a disposição dos rejeitos deve observar os seguintes critérios: devem ser adotadas medidas para evitar o arraste de sólidos para o interior de rios, lagos ou outros cursos de água e devem ser tomadas medidas técnicas e de segurança para prever situações de risco.

Isso acontece frequentemente devido à desvantagem econômica no reaproveitamento do rejeito da matéria prima, e também aos custos adicionais com o seu transporte, gerando assim, sobre a responsabilidade da mineradora, passivos ambientais a serem recuperados (EMBRAPA, 2008).

Para Silva (2008) os resíduos de rochas provenientes da mineração e dos diversos tipos de beneficiamento estão sendo largamente estudados em virtude do grande impacto ambiental provocado quando descartados indiscriminadamente na natureza e do enorme potencial que estas possuem como matéria prima. Em geral esses resíduos são descartados em lagos, rios, faixas de domínios de rodovias e ao redor de mineradoras (ou empresas de beneficiamento) causando uma série de agressões à fauna e flora, bem como à saúde da população, principalmente quando se encontra em forma seca e pulverulenta.

### **Beneficiamento do calcário**

No tocante, a indústria de beneficiamento de calcário tem grande relevância no mercado mundial, pois não há nenhuma outra rocha com uma variedade de uso tão ampla quanto esse mineral. A produção de carbonato de cálcio trata-se de um processo relativamente simples se comparado a outros segmentos industriais. É constituído de quatro operações unitárias: desmonte das rochas, britagem, peneiramento, e moagem (RUIZ et al., 2014).

Segundo os autores supracitados após o processo de moagem, ele é aplicado na indústria cimenteira, contribuindo com cerca de 80% da composição do cimento. Além disso, tem importante atuação no barateamento de inúmeros produtos como: tintas, polímeros, ração animal, papel, vidro, cerâmica e no tratamento de água. Tais produtos chegam a ter uma redução de até 30% do seu preço final, em função do uso do carbonato de cálcio como material de carga.

Nesse contexto, o Óxido de Cálcio (CaO), mais conhecido comercialmente como a cal, é um dos materiais de construção mais antigos do mundo. É obtido pela decomposição térmica (calcinação ou queima) de rochas calcárias moídas em diversos tipos de fornos, a uma temperatura média de 900°C. Sua utilização é muito abrangente nos mais diversos segmentos: construção civil, construção de estradas, siderurgia e metalurgia, indústria química, papel e celulose, indústria alimentícia, agricultura e saúde.

No município de Santa Cecília/PB a produção da cal é aproximadamente 286 toneladas por mês, tal informação é referente ao período de safra, que se estende de setembro

a março. Contudo, no período entressafra a produção fica em média de 170 toneladas por mês. Já a produção da pedra calcária é estimada em 200 toneladas por mês. O preço da cal custa em média R\$ 0,15 o quilograma, conforme informações dos proprietários das minas.

As minas de calcário, em todo o mundo são lavras a céu aberto, principalmente por motivos de custos mais reduzidos. Elas são comumente chamadas de pedreiras, apesar de que, por razões técnicas, ambientais ou de escala de produção, algumas utilizam a lavra subterrânea. Todavia, o processo de beneficiamento da cal no município de Santa Cecília/PB é constituído basicamente de três operações unitárias: desmonte das rochas com o uso de explosivos e decomposição térmica em fornos.

Entre os diversos impactos identificados na área estudada, os que mais se destacaram associam-se ao desmonte de rocha com explosivos (sobrepessão, vibração do terreno, poeira, gases e ruído), pois são os que causam maior desconforto à população que reside próximo à pedreira, bem como aos trabalhadores. Além disso, há o risco de acidentes típicos, como queimadura por explosivo, rompimento e desligamento no joelho, tornozelo e na mão.

De acordo com o estudo de Bacci, Landim e Eston (2006), no tocante aos aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana, foi constatado que as principais fontes de sobrepressão são: deslocamento da rocha, decorrente diretamente do deslocamento físico da rocha; vibrações na superfície rochosa, devido à reflexão das ondas sísmicas em faces livres, onde uma parcela da energia é transmitida como um pulso para o ar; escape de gases, decorrente do escape de gases pelas fraturas; ejeção do tampão, decorrente de gases saindo com a ejeção de pedras.

Portanto, os efeitos da sobrepressão, na área de estudo, refletem-se nas estruturas civis através da vibração das paredes e janelas. Nos moradores, a percepção se expressa muito mais pelo susto no momento da detonação, do que pela interferência com as atividades diárias. Após o desmonte das rochas com o uso de explosivos as pedras são transportadas por caminhões do local da extração para os fornos onde ocorrerá a decomposição térmica em altas temperaturas. As pedras calcárias são dispostas em cima do forno, como evidenciado na Figura 4 e após sua decomposição térmica a matéria final é o pó, produto esse denominado a cal. Durante o processo de decomposição térmica o produto da queima cai dentro dos fornos, onde é armazenado, pesado e embalado em sacos de 50 kilogramas para a comercialização.

Outro aspecto a ser considerado no processo de decomposição térmica da pedra calcária é o uso de lenha como material combustível, que é procedente basicamente de vegetação nativa da caatinga. Ademais, são utilizados pneus juntamente com a lenha no processo de decomposição térmica causando poluição atmosférica, essa atividade causa também sérios prejuízos à flora nativa e a população. Embora os órgãos ambientais permitam apenas o uso de lenha autorizada para este fim, esta recomendação nem sempre é respeitada. O uso de filtro junto aos fornos é também negligenciado.

Portanto, diante desses resultados constata-se que no município estudado, ainda se faz uso de recursos poucos modernos de extração e de beneficiamento da cal, isso pode ser observado pelo fato da maioria das empresas instaladas na localidade, serem altamente dependentes da mão de obra local, que por sua vez é mal remunerada com baixos salários e altas jornadas de trabalho em condições inapropriadas para a realização do processo.

### **Saúde e meio ambiente: entendendo o processo de trabalho da extração da cal**

A produção mineral brasileira apresentou-se de modo crescente na última década, sendo considerada como um dos principais pilares do novo desenvolvimentismo que se consolida no país. No entanto, a territorialização de grandes projetos de mineração geralmente representa efeitos imensuráveis para o meio ambiente e para as comunidades que vivem nos territórios circunvizinhos (GONÇALVES; MENDONÇA, 2013).

Assim, a atividade mineradora ocasiona degradação ambiental e repercute diretamente na saúde dos que exercem atividades laborais nas instalações das minas, assim como, atinge as populações que vivem no entorno da área explorada, ocasionando danos/agravos à saúde. Desse modo, os trabalhadores estão sujeitos a afecções que atingem o sistema respiratório, o sistema tegumentar, além disso, encontram-se vulneráveis a ocorrência de acidentes em virtude da não utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) durante o processo de trabalho. A população circunvizinha também está predisposta a patologias que afetam as vias aéreas, visto que, as partículas provenientes da extração do minério podem atingir grandes distâncias, bem como, a emissão de gases poluentes gerados no processo de decomposição térmica do minério em questão.

Nesse âmbito, é imprescindível destacar que as doenças do trabalho constituem um conjunto de danos ou agravos que incidem sobre a saúde dos trabalhadores e podem manifestar-se de forma lenta, insidiosa, podendo levar anos, às vezes até mais de 20 anos para se manifestarem, este fato tem sido dificultador no estabelecimento da relação entre

uma doença sob investigação e o trabalho. Os riscos inerentes dos locais de trabalho podem ser físicos, químicos, biológicos ou decorrentes da organização de trabalho (BRASIL, 2002).

Dentre as afecções do sistema respiratório, a ocorrência de Pneumoconioses atinge de forma frequente os trabalhadores de mineração, sendo a Silicose, a principal pneumoconiose no Brasil, causada pela inalação de poeira de sílica livre cristalina (quartzo), afetando trabalhadores inseridos em diversos ramos produtivos, tais como: indústria extrativa (mineração subterrânea e de superfície) e no beneficiamento de minerais (corte de pedras, britagem, moagem, lapidação), os sintomas, em geral, aparecem após longos períodos de exposição, cerca de 10 a 20 anos e apresenta-se como uma doença irreversível, de evolução lenta e progressiva (BRASIL, 2002).

De acordo com o Ministério da Saúde a perda auditiva induzida pelo ruído também acomete de forma frequente estes trabalhadores, devido à utilização de explosivos para o desmonte de rochas durante o processo de extração da cal. Além disso, é frequente a ocorrência de lesões por esforço repetitivo (LER/DORT) em virtude dos movimentos utilizados para execução das atividades realizadas nas pedreiras. A exposição à radiação ultravioleta, sem utilização de fator de proteção solar e equipamentos que protejam o trabalhador da radiação, predispõe ao aparecimento do câncer de pele, já que a atividade mineradora é realizada no período diurno.

Destarte, a mineração é considerada como uma atividade, que devido a suas próprias características, expõe seus trabalhadores a diversas formas de riscos, ocasionando comprometimentos que podem acarretar desde a invalidez por doenças crônicas ou perdas da capacidade física laboral, até a morte por acidentes graves. Desse modo, a gestão da saúde e segurança dos trabalhadores da mineração é considerada como complexa, devido à natureza dos empreendimentos mineiros, com diferentes bens minerais, capacidade produtiva e método de lavra (céu aberto ou subterrânea) (BRASIL, 2011).

A Norma Regulamentadora nº 22, do Ministério do Trabalho e Emprego, aborda a segurança e saúde ocupacional na Mineração, destacando a criação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração (CIPAMIN) e o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que incentiva a promoção de ações para a previsão e resolução de problemas passíveis de gerar riscos nas minas.

Mesmo diante do arcabouço legal e instrumentos normativos que regulamentam a saúde e segurança dos trabalhadores da mineração, as estatísticas de incidência de acidentes e mortalidade permanecem elevadas, apresentando-se bastante onerosas para os

cofres públicos, em virtude dos longos tratamentos de doenças crônicas e aposentadorias precoces, além dos danos causados às famílias desses trabalhadores e os prejuízos para a própria atividade econômica (BRASIL, 2011).

Em geral, observa-se o descumprimento dos ditames e normativos legais, tendo em vista que a atividade da pedreira, na maioria das vezes, não se encontra de forma legalizada. Na visita in loco não foi verificado a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) pelo trabalhador, o que deveria incluir o uso de capacete, botas, óculos de segurança, luvas, protetores auricular, máscara, vestimentas adequadas para proteção do tronco, membros superiores e inferiores, conforme determinado pela NR 22 e NR 6.

Outro aspecto constatado consiste no fato de que os trabalhadores não relacionam as enfermidades apresentadas às condições de trabalho a que estão expostos. Cabral, Pereira e Alves (2012) destacaram em seu estudo que a frequência com que se manifestam alguns sintomas, tais como: dores de cabeça, problemas respiratórios e de audição, não são apontados pelos trabalhadores como agravos à saúde decorrente da atividade mineradora.

### **Prevenção e mitigação dos impactos socioambientais**

A mineração é um dos setores básicos da economia, contribuindo de forma decisiva para o desenvolvimento do país, desde que seja operada com responsabilidade social e ambiental. Nessa perspectiva, a antecipação e a mediação de conflitos socioambientais aplicadas como instrumento de gestão preventiva de impactos, danos e passivos ambientais é enfatizada por Westman (1985). Este autor destaca como abordagens possíveis para a resolução de conflitos: acordo entre as partes; formulação e implementação de políticas públicas (por exemplo, zoneamento minerário, planos diretores, dentre outros); e decisão judicial (arbitragem).

Assim, como forma de minimizar os danos socioambientais detectados propõe-se:

- 1) A elaboração do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, que segundo Portaria DNPM nº 237/2001 – NRM nº 20, no Brasil existe a exigência da apresentação de um PRAD ao órgão ambiental competente, durante o processo de licenciamento ambiental, para todos os empreendimentos de mineração, além de Plano de Fechamento ou de Suspensão da Mina.

O art. 3º, do Decreto nº 97.632/1989 (Brasil, 1989), estabelece que a recuperação deva ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização de acordo

com um plano preestabelecido para uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente. Para Gripp e Nonato (1993) a recuperação constitui o processo de reverter as terras degradadas pela mineração em terras produtivas e auto-sustentáveis. Isso implica dizer que área a ser recuperada deve estar apta para algum uso produtivo em condições de equilíbrio químico, físico e biológico.

- 2) Campanhas de educação ambiental junto à população local, no intuito de conscientizá-la acerca dos impactos socioambientais que o município vem passando, além de apresentar estratégias que contribuam para a melhoria da saúde da comunidade.
- 3) Orientar sobre a possibilidade de organização dos trabalhadores das pedreiras em uma cooperativa visando organizar a categoria, bem como, auxiliá-los na identificação de seus problemas e nas reivindicações de suas necessidades, buscando assim melhores condições de trabalho e conseqüentemente qualidade de vida. Com isso, minimizando, os danos e/ou agravos à saúde decorrentes das condições a que estas pessoas estão expostas diariamente, haja vista a importância que a atividade em questão representa para a economia local.
- 4) No que se refere aos aspectos sociais e jurídicos, relacionados aos trabalhadores da pedreira pesquisada, é imprescindível que o Poder Público usando de suas atribuições através da Delegacia Regional do Trabalho fiscalize e discipline, inclusive realizando a capacitação dos trabalhadores que se encontram naquela localidade, de modo a esclarecer, sobre a importância do uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPI's, visto que a atividade que estes exercem se caracteriza como sendo de alto risco; bem como regularização da situação trabalhista dessas pessoas.

## **CONCLUSÃO**

A mineração é uma atividade econômica imprescindível ao desenvolvimento da sociedade, todavia seus efeitos e conseqüências devem ser analisados de forma minuciosa e ressaltando o bem estar socioambiental. Nesta perspectiva, devem-se propor mecanismos práticos que possibilitem a mitigação dos impactos negativos da mineração, visando um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente correto.

Os resultados apontam que a área estudada encontra-se em presente estágio de degradação ambiental devido a vários fatores, entre eles cabe destacar: o empobrecimento do solo devido à retirada da cobertura vegetal, decorrente da extração da rocha calcária, bem como a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível.

Outros impactos ao meio ambiente que trazem prejuízos diretamente aos trabalhadores e a sua saúde, assim como aos moradores circunvizinhos estão associados a ruídos e vibrações no solo associados à operação de equipamentos e explosões. Poluição do ar, através da geração de gases e poeira, repercutindo diretamente nas condições de saúde dos trabalhadores investigados, quando estes relatam a ocorrência de doenças respiratórias, dermatológicas e articulares, sendo tal situação potencializada pela falta de utilização de Equipamentos de Proteção Individual, aumentando a probabilidade e intensidade dos riscos decorrentes da atividade de mineração à saúde humana na área em estudo.

Este estudo contribui substancialmente com as discussões acerca da necessidade dos empreendimentos atuais e novas investidas exploratórias de recursos minerais, sejam feitas de acordo com as leis e resoluções do CONAMA, e com base nos estudos prévios e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA) ou o Relatório de Controle Ambiental (RCA) se assim, a lei o recomenda.

Por fim, as ações mitigadoras para a área degradada visam minimizar os danos socioambientais, afetada diretamente pela atividade de extração da cal. Para tanto é imprescindível à busca de uma abordagem interdisciplinar com vistas a solucionar as questões de ordem socioambiental mediante a complexidade da temática.

## **REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, G. H. de S. et. al. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 320p.

BACCI, D. L. C.; LANDIM, P. M. B; ESTON, S. M. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DE PEDREIRA EM ÁREA URBANA. **REV. ESC. MINAS, OURO PRETO**, V.59, N.1, 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030)**. Brasília: MME, 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília: 1986.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Saúde do trabalhador**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

CABRAL, L. N; PEREIRA, S. S; ALVES, T. L. B. Degradação ambiental e implicações para a saúde humana decorrentes da mineração: o caso dos trabalhadores de uma pedreira no município de Campina Grande/PB. **Rev. Hygeia**, v. 8, n.15, p.104 - 118, 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Portaria n°12, de 22 de janeiro de 2002. **Dispõe sobre disposição de estéril, rejeitos e produtos da mineração**, Brasília, 2002.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Curso de recuperação de áreas degradadas**. A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALVES, R. J. F. A; MENDONÇA, M. R. Expansão da atividade mineradora e os conflitos socioambientais: as redefinições territoriais do cerrado. **Revista Territorial**. Goiás, v.2, n.2, p.93-120, 2013.

GRIPP, M. F. A.; NONATO, C. A. **A preservação e recuperação do meio ambiente no planejamento e projeto de lavra**. II Congresso Ítalo Brasileiro de Engenharia de Minas. São Paulo, 1993.

INFANTI JUNIOR N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p. 131-152.

MACHI, M, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. In: **Revista Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/16.pdf>. Acesso em: outubro de 2011.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 11. ed. São Paulo: Hicitec, 2008.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NORMA REGULAMENTADORA Nº 22** - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração, 15 de dezembro de 1999. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-22-1.htm>>. Acesso em: 20 set. 2015.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NORMA REGULAMENTADORA Nº 06** - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL, e 15 de outubro de 2001. Disponível em:<<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-6-1.htm>>. Acesso em: 20 set. 2015.

RUIZ, M. S; CORREA, R; GALLARDO, A. L. C. F.; SINTONI, A. Abordagens de conflitos socioambientais em casos de subsidência de minas de carvão no Brasil e EUA. **Rev. Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 2, p.129-156, 2014.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. Editora Oficina de Textos. São Paulo: 2006.

SILVA, A. D. A. **Aproveitamento de rejeitos de calcário do cariri cearense na formulação de argamassa**. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

WESTMAN, W. E. **Ecology, impact assessment and environmental planning**. New York: John Wiley & Sons, 1985. p. 91-127.



# IMPACTOS DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR INFLUENZA EM IDOSOS NA LOCALIDADE DE MONTEIRO – PB

Jullianna V. V. de Azevedo<sup>1</sup>, Carlos A. C. dos Santos<sup>2</sup>, Madson T. Silva<sup>3</sup>,  
Ricardo A. de Olinda<sup>4</sup> e Débora Aparecida da Silva Santos<sup>5</sup>

**RESUMO:** Neste trabalho objetivou-se avaliar os efeitos das variações sazonais do clima na incidência de doenças respiratórias por influenza (PI) na população idosa da localidade de Monteiro no Estado da Paraíba. Para isso, foram usados modelos lineares generalizados a partir da regressão linear de Poisson para relacionar a variável dependente caracterizada pelos registros de internações associadas à influenza e as variáveis independentes (precipitação pluvial, temperatura média do ar e umidade relativa do ar), para análise das relações instituídas pela modelagem foi aplicada o teste de variância ANOVA com nível de significância de 0,05 de probabilidade para determinar que variáveis independentes fossem mais significativas na modelagem. Também foram analisados os resíduos gerados pelo ajuste dos modelos no intuito de identificar a distribuição que melhor se ajustasse aos dados. Toda análise estática foi realizada no software R. De forma geral podemos verificar que os maiores picos de internações por PI ocorrem no outono e inverno. Portanto, esses resultados sugerem uma associação entre o frio e as internações por PI. Dentre as variáveis independentes selecionadas neste estudo, apenas a temperatura média do ar foi estatisticamente significativa, indicando aumento em torno de 14% para cada 1°C de decréscimo da temperatura. A elevação das taxas de morbidade por influenza e causas associadas na faixa etária de 60 anos ou mais demonstram uma possível ausência de efeito das campanhas de vacinação.

**PALAVRAS- CHAVE:** Regressão de Poisson; Doenças respiratórias; Variáveis meteorológicas; Software R.

---

1 Bolsista de Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-140 | Fone: (83) 2101.1202. julliannavitorio@hotmail.com.

2 Prof. Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-140. carlostorm@gmail.com.

3 Bolsista de Pós-Doutorado em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-140 | Fone: (83) 2101.1202. madson\_tavares@hotmail.com.

4 Prof. Doutor, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Departamento de Estatística, Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil. CEP.: 58429-500. ricardo.estat@yahoo.com.br.

5 Profa. Doutora, Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, ICEN/CUR. Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, Km 06, BR 364. - Rondonópolis, MT – Brasil. CEP.: 78700-000. deboraassantos@hotmail.com

**IMPACTS OF CLIMATE CHANGES IN THE EVENT  
RESPIRATORY DISEASES OF INFLUENZA IN THE ELDERLY  
IN LOCALITY MONTEIRO-PB**

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the effects of seasonal climate variations in the incidence of respiratory diseases influenza (PI) in the elderly population Monteiro locality in the state of Paraíba. For this, we used generalized linear models from the linear Poisson regression to relate the dependent variable characterized by the records of hospitalizations associated with influenza and the independent variables (rainfall, average air temperature and relative humidity), for analysis of links instituted by modeling was applied the ANOVA variance test with a significance level of 0.05 probability to determine which independent variables were most significant in modeling. Also the waste generated by the adjustment of the models in order to identify the distribution that best fitted the data were analyzed. All static analysis was performed in software R. Generally we can see that the highest peaks of admissions for PI occur in autumn and winter. Therefore, these results suggest an association between cold and hospitalizations for IP. Among the independent variables selected in this study, only the average air temperature was statistically significant, indicating increase of around 14% for each 1 °C decrease in temperature. Rising rates of morbidity from influenza and related causes aged 60 and over show a possible lack of effect of vaccination campaigns.

**KEYWORDS:** Poisson regression; Respiratory diseases; Meteorological variables; Software R.

## **INTRODUÇÃO**

A influenza e suas complicações são responsáveis por um elevado índice de morbidade e mortalidade no mundo, segundo Assaad (1973) e Simonsen (2000), são conhecidas principalmente em países de clima temperado (FREITAS, 2004). No Brasil, o padrão de sazonalidade da Influenza, varia entre as diversas regiões, sendo mais marcado naquelas que têm estações climáticas bem definidas, ocorrendo com maior frequência nos meses mais frios, em locais de clima temperado, ou no período chuvoso, em locais de clima tropical. A influenza sazonal pode manifestar-se por meio de surtos anuais de magnitude, gravidade e extensão variáveis (BRASIL, 2009).

Nas últimas décadas, o Brasil passou por uma acelerada transição demográfica, sendo os idosos o segmento populacional que mais cresceu em termos absolutos e relati-

vos (LIMA, 2008). Logo, em virtude do crescimento da população idosa e da sua vulnerabilidade, foi implantada pelo Ministério da Saúde em 1999 a vacinação contra a gripe por meio das campanhas anuais, que ocorrem em uma mesma época em todas as regiões, destinadas aos indivíduos com 65 anos ou mais de idade (NIEIRO, 2005). Em 2000, a vacina passou a ser aplicada em idosos maiores de 60 anos, por meio de um acordo do Ministério da Saúde com o Instituto Butantan (RAW; HIGASHI, 2008).

O controle da influenza se dá através de uma vigilância qualificada, somada às ações de imunizações anuais, direcionadas especificamente aos grupos de maior vulnerabilidade. A principal intervenção preventiva para este agravo é a vacinação. A campanha anual, realizada desde 1999, entre os meses de abril e maio, vem contribuindo ao longo dos anos para a prevenção da gripe nos grupos vacinados, além de apresentar impacto na redução das internações hospitalares, nos gastos com medicamentos para tratamento de infecções secundárias e mortes evitáveis (BRASIL, 2012). Só no ano de 2013, foram distribuídas cerca de 43 milhões de doses da vacina influenza, além do repasse de recursos financeiros do Fundo Nacional de Saúde (FNS) para os fundos das SES e SMS no valor de R\$ 24.756.708.64 milhões, de acordo com a Portaria nº 2.803, de 6 de dezembro de 2012 que autoriza o repasse dos valores de recursos federais, relativos à preparação das campanhas anuais de multivacinação, de influenza sazonal e de raiva animal, para Estados, Distrito Federal e Municípios, conforme Brasil (2013).

Pesquisadores da Biometeorologia Humana têm descrito vários fatores que comprovam a ação da atmosfera sobre a saúde humana. Para Tromp (1980), uma atmosfera com baixos valores de umidade relativa do ar e velocidade do vento é um ambiente propício para o desenvolvimento do vírus *influenza* (vírus da gripe). Este autor, entre outras citações afirma que o corpo humano possui órgãos ou centros registradores de estímulos meteorológicos que podem iniciar um processo de enfermidade, agravar doenças pré-existentes ou até levar pessoas a óbito, conforme a intensidades destes estímulos. Em outro trecho de sua obra, classifica a gripe como uma doença de inverno. Esta classificação é confirmada pela literatura da medicina, em Sounis (1985), quando o autor afirma que a virose influenza, doença de distribuição mundial, tem marcada preferência para os meses mais frios do inverno.

Dada a complexidade das relações de interesse, a escolha de modelos apropriados para a análise se reveste de bastante importância. Por exemplo, modelos de regressão linear servem para investigar se uma variável resposta  $Y$  está associada com variáveis explicativas  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , mas este tipo de modelo avalia esta associação apenas sob a ótica

linear, que nem sempre é aquela que rege os fenômenos considerados. Além disso, é importante ter em mente que as suposições usualmente empregadas na análise dificilmente corresponderão à realidade de modo exato, por mais sofisticado que seja o modelo em questão (TOMÉ; LATORRE, 2001). Todavia tais modelos podem constituir boas opções para representar tanto a sazonalidade quanto a relação entre o número de internações e as variáveis climáticas, como temperatura e umidade.

O modelo linear generalizado (MLG) é uma generalização flexível da regressão linear, que permite a modelagem de variáveis de resposta que não possuem as características da distribuição normal. O MLG generaliza a regressão linear, permitindo que o mesmo possa ser relacionado com outras variáveis de resposta por meio de uma função de ligação fazendo com que a amplitude da variação de cada medição tone-se uma função do seu valor previsto. Os modelos lineares generalizados foram formulados por John Nelder e Wedderburn Robert em 1972 como uma forma de unificar vários outros modelos estatísticos, incluindo regressão linear, regressão logística e regressão de Poisson. Entretanto, de acordo com Conceição et al. (2001) a relação da variável dependente e não dependentes não é tão óbvia. As relações entre as diversas variáveis intervenientes podem não apresentar o mesmo comportamento ao longo de todos os valores do seu domínio e, mesmo se o apresentarem, a intensidade da associação pode não ser constante; por exemplo, o número de óbitos pode variar linearmente numa determinada faixa de valores de temperatura, e quadrática ou exponencialmente em outras.

Estudos utilizando os MLGs no Brasil são datados da década de 70 por Coelho (2007), em que verificou a associação entre o número de atendimentos por infecções das vias aéreas superiores (IVAS) e bronquite asmática em crianças menores de 12 anos, nos postos de saúde da Região de Santo André (São Paulo), e as taxas mensais de sulfato e poeiras em suspensão, (entre agosto de 1967 e agosto de 1969). Saldiva et al. (1994) realizaram um estudo que evidenciou a associação entre NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio) e mortalidade fetal tardia em São Paulo. Gouveia et al. (2006) avaliaram associação entre a hospitalização por causas respiratórias e cardiovasculares e a contaminação atmosférica no município de São Paulo.

Assim, de posse dessas informações, postula-se importante correlacionar as variações climáticas sazonais na avaliação dos surtos por influenza; de tal forma que, o uso de simulações estatísticas na série de dados das doenças respiratórias poderá ajudar antecipadamente na demanda de internações. Face ao exposto, o presente estudo tem como

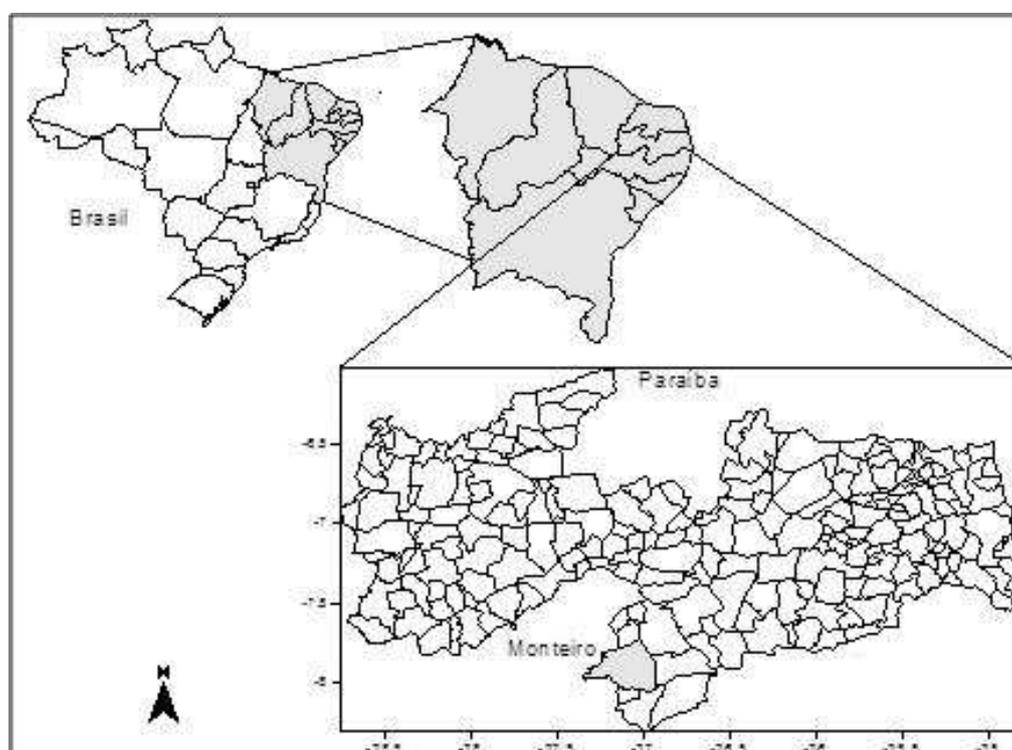
objetivo avaliar os efeitos das variações sazonais do clima na incidência de doenças respiratórias por influenza na população idosa da localidade de Monteiro-PB através da modelagem linear generalizada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localidade de estudo

O município de Monteiro está inserido na unidade geomorfológica do Planalto da Borborema (Figura 1), na sua vertente sotavento. O clima é do tipo *Semiárido, com chuvas de verão*, e o período chuvoso se inicia em março com término em abril/maio (AB'SABER, 2003; CPRM, 2005).

Figura 1- Localização da área de estudo



### Dados de internações hospitalares

A população do estudo foi formada por idosos de 65 anos ou mais, que moram nos

respectivos municípios das áreas de estudo, e foram internados por Influenza ou Pneumonia (PI) no período de 2002 a 2013, faixa etária que apresenta maior mortalidade por PI, e é favorecida pelo Ministério da Saúde pela vacinação gratuita contra influenza desde o ano 1999. Foram analisadas todas as internações por PI nos idosos de 65 anos ou mais, segundo Código Internacional de Doenças CID 10, abrangendo as internações Hospitalares realizadas no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 no universo de atendimento da localidade de Monteiro. De todos os hospitais próprios e conveniados ao SUS (Sistema Único de Saúde) por meio do preenchimento das AIHs (autorização para internação hospitalar). Todas essas informações são registradas e arquivadas no banco de dados do SUS. Estes bancos de dados são compostos pelos registros de pagamentos efetuados pelo SUS aos prestadores de serviço. Dentre uma série de informações contidas neste banco de dados, foram selecionadas para este trabalho a data da internação, o diagnóstico e idade do paciente. Esta análise de dados foi feita exclusivamente pelos autores respeitando a necessidade da interpretação dos dados.

### **Dados Meteorológicos**

Através da inclusão de variáveis meteorológicas, verifica-se a sua influência sobre a população que deu entrada nos hospitais com problemas respiratórios associados a PI. As variáveis utilizadas foram:

- i. Umidade relativa do ar (%)
- ii. Temperatura média do ar (°C)
- iii. Precipitação pluvial (mm)

Foram utilizadas as séries de dados médios e acumulados mensais no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 das variáveis supracitadas, obtidas na Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas – UACA/CTRN/UFCG.

### **Análise estatística**

Em resumo, foram feitos os seguintes procedimentos:

- a) Análise descritiva dos dados tomando-se como base porcentagens para as variáveis

qualitativas. As quantitativas foram descritas por meio de tendência central (média, mediana), e dispersão (desvio padrão e percentis) e o coeficiente de variação (CV).

b) Construção do Modelo de Regressão de Poisson (MRP) com as variáveis meteorológicas. Para tanto foram confeccionados modelos de regressão de Poisson para a seleção das variáveis meteorológicas que apresentassem significância menor que 0,05 ( $p < 0,05$ ), usando-se a Equação (1):

$$\ln(\mu_i) = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i \quad (1)$$

em que:  $Y$  é a variável dependente número de internações por PI na localidade de estudo,  $\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros a serem estudados e  $X_i$  são as variáveis independentes.

Nesta pesquisa foram ajustados modelos de regressão de Poisson (MRP) considerando como variável dependente às internações hospitalares por PI. E como variáveis independentes, foram utilizadas as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa e precipitação).

A distribuição de Poisson é muito utilizada para descrever dados de contagem. Uma importante propriedade dessa função de probabilidade é a igualdade entre a média e a variância. Em situações em que se tem uma variável resposta com dados de contagem e deseja-se estudar a relação com as variáveis explicativas, pode-se utilizar o modelo de regressão de Poisson que pertence a classe especial dos modelos lineares generalizados.

A variável resposta de uma regressão de Poisson deve seguir uma distribuição de Poisson onde a média da variável resposta deve ser igual a variância. No entanto, quando se trabalha com dados experimentais nem sempre isso acontece podendo ocorrer uma superdispersão (variância maior que a média) ou uma subdispersão (variância menor que a média). Mesmo assim, ainda é possível se aplicar o modelo de regressão de Poisson realizando-se transformações (TADANO et al., 2009).

c) O teste  $f$  da análise de variância (ANOVA) foi utilizado para verificar a significância das estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste  $t$  e o correspondente  $p$ -valor para a variável dependente PI em relação à significância das variáveis independentes (variáveis meteorológicas).

d) Para avaliar o ajuste do modelo deve-se realizar uma análise dos resíduos. Esta análise

pode ser através do gráfico dos desvios residuais de cada observação em relação aos valores ajustados pelo modelo. Um modelo bem ajustado possui o gráfico com pontos o mais próximo possível de zero no intervalo de -2 e 2.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Core Team, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

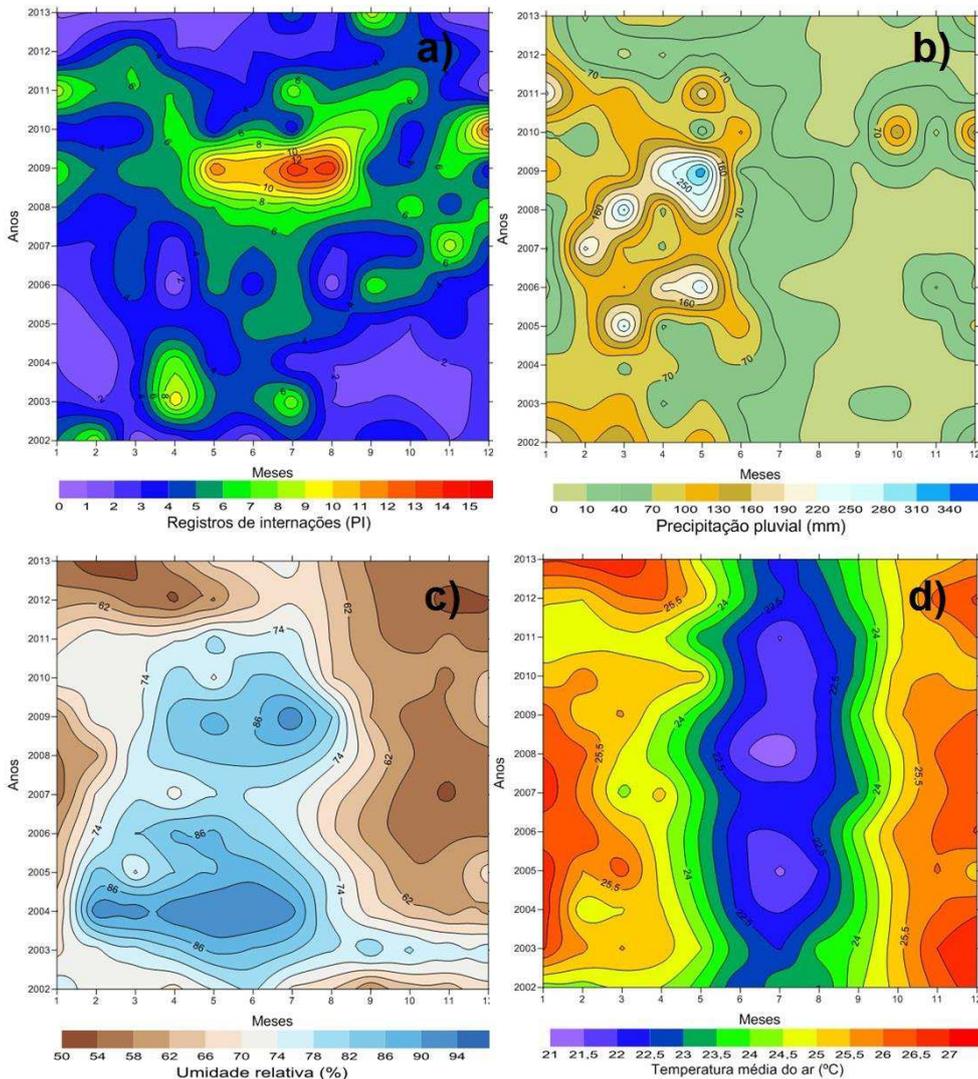
Foram verificados na localidade de Monteiro (Figura 2a), no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013, cerca de 590 casos de internações por PI, com média anual de 49 casos. O ano de 2009 foi responsável pelo maior número de registro com 92 casos, e o ano de 2004 pelo menor número registros com 23 casos. A maior média mensal de registros de internações foi observada no mês de julho com 6 casos. De acordo com os registros mensais para o mês de julho, no ano de 2009, verificou-se o máximo de 14 ocorrências e o mínimo no ano de 2004, com 2 registros. Em contrapartida, o mês de fevereiro apresenta as menores ocorrências. Verificou-se para o referido mês o valor médio de 3 internações. Os valores máximos e mínimos foram da ordem de 8 e 1 intervenções, respectivamente. Diante do exposto se observa que a detecção de padrões de sazonais nos registros de internações por PI se torna extremamente complicado tendo em vista que os vírus para influenza 1, 2 e 3 não apresentaram sazonalidade anual significativa. Em estudos feitos em Cingapura (CHEW et al., 1998) detectaram que a maioria dos vírus que foram estudados era endêmica em todo o ano, detectada esporadicamente ou associado a epidemias. Arruda et al. (1991) identificou que no Nordeste do Brasil, para influenza atividade aumentou acentuadamente durante a estação chuvosa no segunda ano de estudo, mas foi insignificante durante o primeiro ano.

A precipitação pluvial no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013, para localidade de Monteiro (Figura 2b), apresentou média anual de 702,1 mm, a distribuição do acumulado anual é bastante irregular ao longo do período, a quadra chuvosa representou 61,2% do total anual, tal período é verificado entre os meses de fevereiro a maio. Ao longo da série ainda verificou-se que os anos de máximos e mínimos acumulados foram 2009 (1073,5 mm) e 2012 (218,7 mm), respectivamente. A análise da distribuição da umidade relativa (UR) é apresentada na (Figura 2c) observa-se a presença distinta de períodos de maior disponibilidade de umidade (2003-2005 e 2009-2010) e uma sensível redução da umidade a partir do ano de 2012. A variabilidade mensal apresenta os maiores

valores entre os meses de maior precipitação (janeiro-maio), com uma secagem do ambiente a partir do mês de agosto (exceção do ano de 2003). A média da UR (%) foi próxima aos 70%. Apresentando no ano de 2004, o maior registro (79,2%) e, no ano de 2012, o menor registro (58,9%).

A distribuição da temperatura média do ar (°C) (Figura 2d) apresentou as temperaturas mais elevadas entre os meses de novembro a abril, com picos máximos no mês de fevereiro (26°C). Os menores registros foram observados de junho a agosto, com picos mínimos no mês de julho (22 °C). A média anual para o período em análise foi de 24,5 °C, o máximo (25 °C) foi verificado para o ano de 2003. Enquanto o menor (23,9 °C) registro médio anual foi para o ano de 2011.

Figura 2- Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013



De acordo com os resultados obtidos pela ANOVA verificou-se para localidade de Monteiro, que a variável explicativa, temperatura média do ar foi significativa ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere a explicação da taxa de (aumento/decrécimo) nos casos de PI. O coeficiente  $\beta_1 = -0,14915$  (Tabela 1), indicando a diminuição das internações em 14% dos casos tendo em vista o aumento da temperatura média do ar em 1°C.

Tabela 1- Estimativa dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente *p* valor para a variável dependente PI na localidade de Monteiro

Coeficientes	Estimativa	Desvio padrão	Teste t	p-valor
Intercepto ( $\beta_0$ )	5,05746	0,54405	9,296	< 0,001
Temperatura média do ar ( $\beta_1$ )	-0,14915	0,02247	-6,638	< 0,001

A partir da Figura (3a) que representa a distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (°C) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013. É evidente a relação direta entre a diminuição da temperatura média do ar e o aumento dos casos de PI, entretanto não se observa a mesma correspondência para as Figuras (3b e 3c) que representam as variáveis meteorológicas precipitação pluvial e umidade relativa, respectivamente, tal fato é verificado principalmente no período do outono-inverno. É importante ressaltar também, que municípios de pequeno porte tendem a subestimar o número de internações associadas à gripe visto que o diagnóstico de influenza é geralmente baseado nos sintomas e não na confirmação laboratorial (BEIGEL et al., 2005). Além disso, casos graves da doença são transferidos para os centros de referência devido à falta de recursos médico/hospitalares.

Beigel et al. (2005) relacionou que aumento de sobrevivência do rinovírus e do vírus da influenza em superfícies duras, inanimadas esta diretamente relacionada a baixos índices de umidade relativa. Tais registros são verificados principalmente nos meses mais quentes, pois nesse período são registrados os maiores valores de temperatura média do ar. Todavia a forma de transmissão das doenças causadas por esses vírus é de pessoa a pessoa e não se conhece a influência da UR para essas patologias.

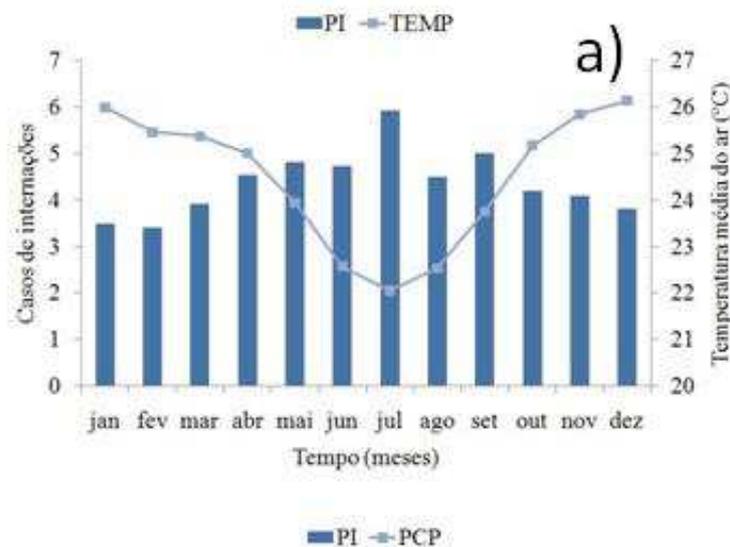
Inversamente, estudos experimentais sobre a sobrevivência de patógenos no ar em vários níveis de UR e estudos epidemiológicos sobre doenças respiratórias, sugerem que a UR pode afetar a incidência de doenças transmitidas por patógenos de transmissão aérea

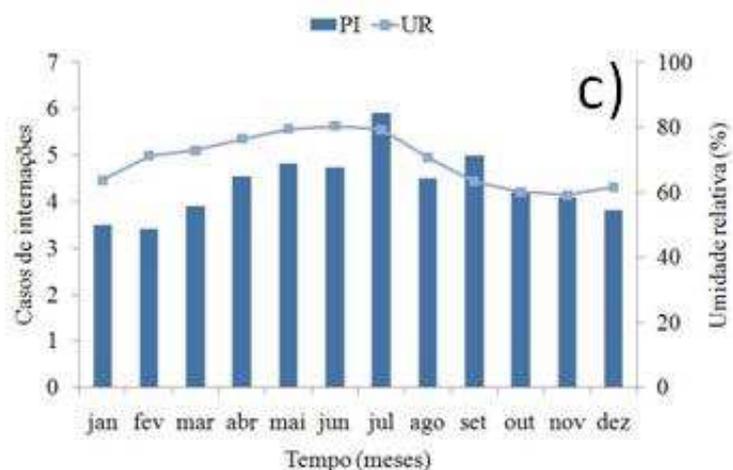
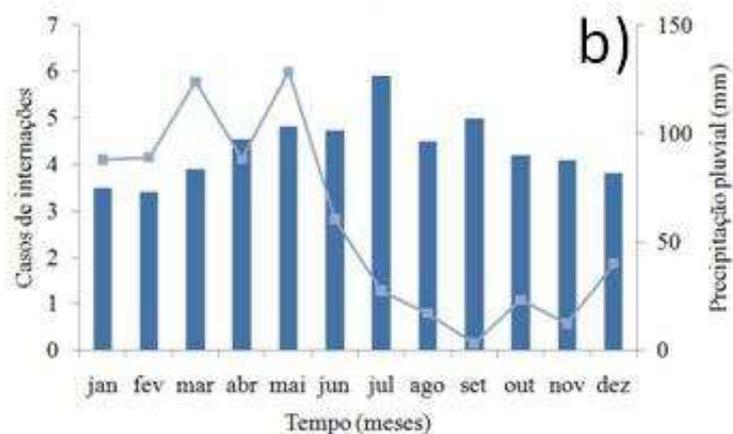
principalmente por 2 razões: aumentando a sobrevivência dos patógenos e aumentando a taxa de colonização dos aerossóis. Porém isto vai depender da força relativa dos outros fatores que influem na incidência (como n° de infectados, n° de suscetíveis, duração da exposição e taxa de ventilação do ambiente). Baixas UR favorecem que os aerossóis permaneçam mais tempo em suspensão por reduzir seu tamanho e consequentemente também favorecendo que atinja as vias respiratórias inferiores.

Em países de clima temperado, as epidemias de gripe são mais comuns no inverno (STEPHENSON; ZAMBON, 2002). Porém, observações em um número de países nos trópicos têm mostrado um padrão sazonal de infecções por influenza. Chew et al. (1998) encontraram para Cingapura consistente picos anuais de influenza A (junho-julho e novembro-janeiro) no entanto os autores não encontraram associação direta com fatores meteorológicos. Todavia tais autores ainda identificaram que os surtos de gripe tendem a ocorrer durante a estação chuvosa.

Dosseh et al. (2000) em estudos durante um período de 2,5 anos na localidade de Dakar, Senegal, observaram que em pacientes que apresentaram sintomas de gripe foi identificado em cerca de 5,9% dos pacientes com vírus influenza, com picos registrados durante os períodos de alta pluviosidade, temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Figura 3- Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013



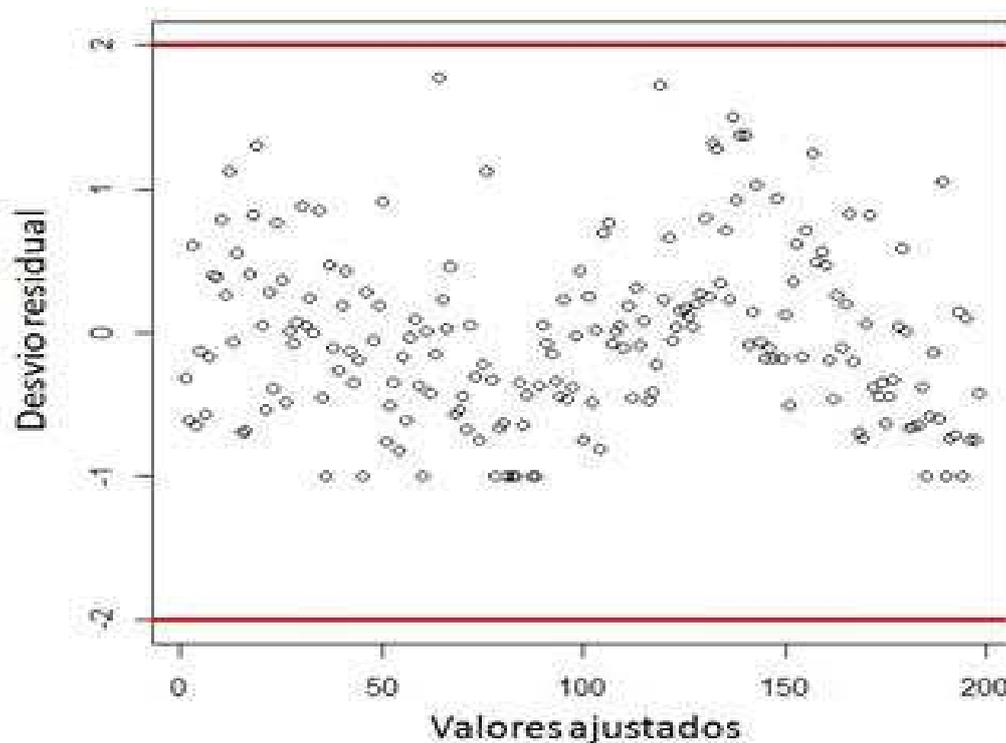


No presente estudo, foi possível perceber um padrão sazonal não muito marcante da morbidade hospitalar por causas relacionadas à influenza, nos anos observados, sendo principalmente associados aos meses com menores registros de temperatura média do ar. Entretanto alguns anos apresentam-se de forma anômala, possivelmente em decorrência de fatores não descritos na composição do processo de modelagem do estudo. Todavia as condições meteorológicas observadas para Monteiro se apresentam de forma mais homogênea, não apresentando grandes amplitudes em suas variáveis, com exceção a precipitação pluviométrica. Os picos de internações foram geralmente identificados com os meses relacionados ao inverno. A aglomeração populacional em decorrências de baixa temperatura e alta pluviosidade, em determinadas épocas do ano, contribuem para a maior transmissibilidade do vírus.

As internações por PI e a variáveis meteorológicas apresentaram respostas significativas principalmente para temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ). Todavia as respostas dos modelos necessitam de ajustes para geração das melhores repostas possíveis, tornando-os o mais próximo da resposta real e satisfatória. As análises dos resíduos apresentam-se como a principal ferramenta de avaliação dos ajustes do modelo.

De acordo com Baxter et al. (1997), um modelo bem ajustado possui a distribuição dos pontos o mais próximo possível de zero no intervalo entre -2 e 2. Tal ajuste está diretamente associado à capacidade de explicação do modelo, no que se refere à variabilidade dos casos de internações (PI) para cada localidade utilizada neste estudo e as características das variáveis meteorológicas que descrevem as condições do tempo, identificados no modelo como variáveis independentes. A partir da Figura (4) verificou-se que as distribuições dos desvios residuais obtidos da regressão de Poisson apresentaram satisfatórias aderências, com poucos pontos saindo do intervalo, sem apresentar visivelmente estruturas temporais de tendência ou sazonalidade.

Figura 4- Distribuição dos desvios residuais obtidos da regressão de Poisson para localidade de Monteiro – PB



## CONCLUSÕES

De forma geral pode-se verificar que os maiores picos de internações por PI ocorrem no outono e inverno. Embora as variáveis climáticas estudadas estejam interligadas entre si, esses resultados sugerem uma maior associação entre a redução da temperatura

e as interações por influenza e causas associadas. A elevação das taxas de morbidade por influenza e causas associadas na faixa etária de 60 anos ou mais demonstram uma possível ausência de efeito das campanhas de vacinação.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq pela concessão da Bolsa de Doutorado ao primeiro autor.

## **REFERÊNCIAS**

AB' SABER, A. N. **Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 2. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 158 p.

ASSAAD F.; COCKBURN W.C. Ministério da Saúde SUNDARESAN T.K., **Use of excess mortality from respiratory diseases in the study of influenza**. Bulletin of the World Health Organization, 1973.

BAXTER, L. A. et al. Comparing estimates of the effects of air pollution on human mortality obtained using different regression methodologies. **Risk Analysis**, v. 17, n. 3, p. 273-278, 1997.

BEIGEL, J. H.; FARRAR, J.; HAN, A. M.; HAYDEN, F. G.; HYER, R.; JONG, M. D. Avian influenza A (H5N1) infection in humans. The Writing Committee of the World Health organization (WHO) consultation on human Influenza A/H5. N. **Engl. J. Med.** 2005

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Informe Técnico da Campanha Nacional de Vacinação do Idoso**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de vigilância epidemiológica. **Guia de vigilância em saúde**. Caderno 1, 7. ed., Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Informe técnico. **Campanha Nacional de Vacinação contra a Influenza 2012**. Brasil, 2012.

CHEW, F. T.; DORAISINGHAM, S.; LING, A. E.; KUMARASINGHE, G.; LEE, B.W. Seasonal trends of viral respiratory tract infections in the tropics. **Epidemiol Infect.**, v. 121: p. 121–128, 1998.

COELHO, M. de S. Z. S. **Uma análise estatística com vistas a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função de condições meteorológicas na cidade de São Paulo**. 2007.196f. Tese (Doutorado em Meteorologia). Programa de Pós-Graduação do Departamento de ciências atmosféricas, São Paulo, 2007.

CONCEIÇÃO, G. M. S.; SALDIVA, P. H. N.; SINGER, J. M. Modelos GLM e GAM: uma tradução para leigos e aplicação a um estudo de mortalidade e poluição atmosférica na cidade de São Paulo. **Rev Bras Epidemiol.**, v. 4, p. 206-19, 2001.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – **Projeto Cadastro de Fontes de abastecimento por água subterrânea** – Diagnóstico de Fontes do município de Monteiro e Campina Grande/ PB. CPRM/ PRODEEM, 2005, 19 p.

DOSSEH, A.; NDIAYE, K.; SPIEGEL, A.; SAGNA, M.; MATHIOT, C. Epidemiological and virological influenza survey in Dakar, Senegal: 1996–1998. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 62, p. 639–643, 2000.

FREITAS, M. P. D. **Estudo temporal da mortalidade de idosos por doenças respiratórias à influenza no Brasil, 1996-2001**. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte- MG, 2004.

GOUVEIA, N.; FREITAS, C. U. de; MARTINS, L. C.; MARCILIO, I. O. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no município de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 22, n. 12, p. 2669-2677, 2006.

LIMA, F. S. S.; HAMMAN, E. M. **Impacto da vacinação antiinfluenza sobre a morbidade hospitalar e mortalidade por doenças respiratórias na população idosa do Distrito Federal**. 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

NIERO M. B. P.; ALENCAR G. P.; BERGAMASCHI, D. P. **Morbimortalidade por doenças do aparelho respiratório em idosos antes e após a introdução da vacina contra influenza** – município de Cubatão, São Paulo, 1999- 2005. São Paulo em Perspect. 2008.

RAW, I.; HIGASHI, H. G. Auto-suficiência e inovação na produção de vacinas e saúde pública. **Estud. av.**, v. 22, n. 64, p. 155-170, 2008.

SALDIVA, P. H. N.; LICHTENFELS, A. J. F. S.; PAIVA, P. S. O.; BARONE, I. A.; MARTINS, M. A; MASSADE, E.; PEREIRA, J. C. R.; XAVIER, V. P.; SINGER, J. M.; BOAHM, J. M. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. **Environmental Research**, v.65, p.218-25, 1994.

SIMONSEN, L.; FUKUDA K.; SCHONBERGER, L. B.; COX N. J. The impact of influenza epidemics on hospitalizations. **Journal of Infectious Diseases**. 2000.

SOUNIS, E. **Epidemiologia aplicada**. Livraria Atheneu. Rio de Janeiro. 1985

STEPHENSON, I.; ZAMBON, M. The epidemiology of influenza. **Occup. Med.** 52, p. 241–247, 2002.

TADANO, Y de S.; UGAYA, C. M. L.; FRANCO, A. T. Método de regressão de Poisson: metodologia para avaliação do impacto da poluição atmosférica na saúde populacional. **Ambient. soc.**, v.12, n.2, p. 241-255, 2009.

TOMÉ, E. A.; LATORRE, M. R. D. de O. Tendências da mortalidade infantil no Município de Guarulhos: análise do período de 1971 a 1998. **Rev Bras Epidemiol.**, v. 4, p.153-67, 2001.

TROMP, S. W. **Biometeorology** - the impact of the weather and climate on Human and their environment (animals and plants). Editor L.C. Thomas, Heyden & Son Ltd. 1980.



## IMPACTOS DO CLIMA URBANO EM BOM JESUS – PI

Valneli da Silva Melo<sup>1</sup>, Raimundo Mainar de Medeiros<sup>2</sup>  
e Francisco de Assis Salviano Sousa<sup>3</sup>

**RESUMO:** As informações dos impactos ambientais no estudo da climatologia de uma área são importantes para a conservação da água, do solo e da vegetação. Também são importantes para os planejamentos urbano e rural e ambiental, bem como para o armazenamento de água para múltiplos fins. O objetivo deste trabalho foi identificar variações e tendências mensais e anuais das variáveis meteorológicas: temperaturas máxima e mínima do ar, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, número de dias com chuva e insolação total no município de Bom Jesus – PI. Foram utilizadas as seguintes funções distribuição teórica de probabilidade: Weibull, Log-normal e Logística para o ajuste dos valores das variáveis supracitadas. Foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov (KS) para verificar o ajuste das funções teóricas. Os resultados mostram aumento da temperatura máxima e redução da temperatura mínima, condição importante para o processo de desertificação na área estudada. Essa condição provoca estresse hídrico nas culturas agrícolas e em consequência baixa produção.

**PALAVRAS-CHAVES:** Variáveis meteorológicas; Métodos estatísticos; Variabilidade climática.

---

1Mestranda em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)/ Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – Campina Grande – PB, E-mail: mainarmedeiros@gmail.com.

2Doutorando em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)/ Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – Campina Grande – PB, E-mail: vanelismello@hotmail.com.

3Prof. Dr. em Hidráulica e Saneamento – UACA – Campina Grande (UFCG), E-mail: fsouza@gmail.com.

## CLIMATE IMPACTS OF URBAN IN BOM JESUS – PI

**ABSTRACT:** The information of the environmental impacts in the study of climatology of an area are important for the conservation of water, soil and vegetation. Also important for the rural and urban and environmental planning as well as for the storage of water for multiple purposes. The objective of this study was to identify variations and monthly and annual trends of the meteorological variables: maximum and minimum air temperatures, rainfall, relative humidity, number of days with rain and sunshine all in Bom Jesus - PI. Used were the following functions theoretical probability distribution: Weibull, Log-normal and Logistics for the adjustment of the above variables values. used the Kolmogorov-Smirnov (KS) test to check the fit of the theoretical functions. The results show increase in the maximum temperature and the minimum temperature reduction, an important condition for the process of desertification in the study area. This condition causes water stress on crops and consequently lower production.

**KEYWORDS:** Meteorological variables; Statistical methods; Climate variability.

### INTRODUÇÃO

A variabilidade climática exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas de uma região, especialmente na produção agrícola. Sendo o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para a vida, este adquire relevância, visto que, entender seu comportamento pode facilitar as atividades humanas. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades agropecuárias, impactando diretamente nas atividades econômicas de uma região, estado e país (SLEIMAN; SILVA, 2008). Medeiros et al. (2015) observaram que o zoneamento agroclimático delimita regiões com melhores características para o sucesso de exploração de uma determinada cultura.

O que caracteriza a instabilidade e/ou estabilidade climática extrema é a perseverança de um padrão climático global por algumas semanas. Quando a variabilidade é mínima os valores extremos são produzidos de forma menos intensa. A precipitação é um dos fatores que mais causa variabilidade e em consequência desastre ambiental (alagamento, queda de barreira, assoreamento dos rios e erosão do solo). Já no caso de seca, o estabelecimento do desastre ambiental se dá de forma lenta e gradual.

O conhecimento da estação úmida ou trimestre mais úmido é de fundamental importância para o estabelecimento da melhor época de plantio e estação de cultivo, particularmente para a prática da agricultura de sequeiro. Estudos dessa natureza têm sido desenvolvidos para o Nordeste do Brasil, com base em análise temporal da precipitação pluviométrica de acordo com Bastos e Azevedo (1986).

O meio ambiente é constituído por um conjunto natural de componentes bióticos e abióticos em constantes e complexas interações. Nessas relações mútuas, o clima atua, sobretudo como fator dessas interações. O clima de toda e qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano segundo Soriano (1997).

Medeiros et al. (1993) estudou o comportamento médio anual da temperatura do ar para alguns municípios piauienses, mostrando suas flutuações para um período de (10) dez anos. Assim como a umidade relativa do ar e seu perfil médio anual também foram estudados por Medeiros et al. (1992).

A precipitação pluvial passa a ser a única fonte de suprimento de água. Por isso, ao escoar superficialmente a água é barrada em pequenos açudes e usada para o abastecimento. Além disso, muitas vezes, uma pequena fração é captada e armazenada em cisternas para fins potáveis. No entanto, este elemento do clima é extremamente variável tanto em magnitude quanto em distribuição espacial e temporal para qualquer região e, em especial, no nordeste do Brasil conforme Almeida e Silva (2004); Almeida e Pereira (2007).

O processo de crescimento urbano acelerado é alvo de estudos para fins de avaliação da dinâmica da paisagem, pelas transformações ocorridas nas últimas décadas no Brasil desde o processo de integração das regiões interioranas do país ao espraiamento da indústria em direção as cidades médias segundo Stamm et al. (2010). O aquecimento urbano pode receber influência dos ventos, da baixa umidade e também do aumento do nível do mar. A vegetação urbana ameniza a temperatura e proporciona à população um melhor conforto ambiental, pois os centros urbanos produzem maiores alterações no clima local e regional, enquanto que áreas arborizadas apresentam clima diferenciado e, por decorrência, mais ameno.

Lynch (1980) apud Romero (2000) aponta a temperatura, umidade, precipitação, nebulosidade, velocidade, direção dos ventos e insolação como os condicionantes externos do clima geral com os quais o planejador deve operar.

É constatado o aumento da temperatura nos centros urbanos, ocasionado pela maneira com que estes são construídos, sem um planejamento adequado, principalmente em

relação ao aproveitamento dos próprios recursos naturais para propiciar conforto térmico nas cidades de acordo com Almeida (2005). O conforto ambiental é um dos fatores climáticos que interferem na qualidade de vida das pessoas. Uma das grandes preocupações da comunidade científica na última década diz respeito às alterações climáticas e suas consequências para a humanidade. Foi constatado que a temperatura média global aumentou entre 0,3 e 0,6°C desde o final do século passado em conformidade com Houghton et al. (1996).

O aquecimento nas cidades é fato intra e interurbano que vem ocorrendo desde os primórdios da civilização, em desempenho da falta de planejamento urbano, envolvendo agressões ao meio natural. As ilhas de calor são integradas à cidade, mesmo que sejam pequenos aglomerados urbanos, pois as construções civis verticais, novos bairros, cobertura asfálticas em grandes proporções, a ausência da arborização e a compactação do solo vem gerando ilha de calor proporcional ao crescimento urbano.

Muitas tendências de aquecimento observadas nos registros meteorológicos expressam mais os efeitos urbanos locais do que o aquecimento global da atmosfera. As ilhas de calor oriundas da urbanização produzem o aquecimento da atmosfera que afeta os registros de temperatura. Existem vários trabalhos mostrando que o impacto da urbanização pode superar o aquecimento global de conformidade com os autores Jones et al., (1986); Hansen e Lebedeff, (1987) e Karl et al., (1988).

Objetivam-se as averiguações nas alterações climáticas dos elementos precipitação, dias com ocorrências de chuvas, insolação total, umidade relativa do ar e as variabilidades das temperaturas máximas e mínimas do ar no município de Bom Jesus – PI, fornecendo informações seguras e adversas aos tomadores de decisões para a realização de planejamentos rurais, urbanos, representamento de água, geração de energia, na produção agropecuária, irrigação e no conforto humano proporcionando melhores condições de vida.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O clima é considerado como o elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente, pois exerce influência direta tanto nos processos de ordem física, quanto biológica, assim como na sociedade de modo geral. O clima também exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos. O

clima de qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano segundo Soriano (1997). Em região de clima de áreas próximas contrastantes (de um lado chuvoso do outro semiárido), como o Nordeste do Brasil (NEB) e em especial o estado do Piauí, o monitoramento térmico é muito importante para tomada de decisões que tragam benefício para população. O conhecimento histórico das condições climáticas é importante para efetuar o planejamento dos cultivos e o manejo a ser realizado durante o ciclo da cultura, observando-se cuidadosamente a variabilidade térmica e sua intensidade, o que pode ser evitado, ao máximo a ocorrência da temperatura do ar destaca-se na condução de estudos concernentes à ordenação agrícola, uso do solo, zoneamento ecológico e aptidão climática, época de semeadura, estimativa do ciclo das culturas e do bem estar da população, dentre outras de conformidade com Oliveira Neto et al. (2002).

As constantes mudanças no clima estão provocando aumento nas ocorrências de eventos climáticos extremos no mundo inteiro. No Brasil, esses eventos ocorrem, principalmente, como enchentes (fortes chuvas) e secas prolongadas conforme Marengo et al. (2010). No Nordeste do Brasil (NEB) os impactos são ainda maiores devido à grande variabilidade na ocorrência de precipitação dessa região. Os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de precipitação no NEB são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Linha de Instabilidade (LI), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Brisas (Marítima e Terrestres) e as Perturbações Ondulatórias nos ventos Alísios (POAS) em conformidade com os autores Molion e Bernardo (2002). O El Niño – Oscilação Sul (ENOS) é outro modo de variabilidade climática que influencia na ocorrência de precipitação do NEB.

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área é do tipo Aw', tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno. As chuvas são formadas pelas penetrações dos vestígios das frentes frias, as contribuições das Zonas de Convergência do Atlântico Sul e os ventos alísios de sudeste, além das contribuições locais e a troca de calor, a precipitação média anual é de 984,8 mm, com distribuição irregular entre meses e anos. O período entre outubro e abril apresenta padrões contrastantes e concentram 96,03% da precipitação anual, O período entre maio e setembro é evidenciado pela baixa taxa de precipitação, baixa nebulosidade, alta taxa de evaporação e evapotranspiração, e com variações de baixas umidades relativas diárias (tendo sido registrados valores inferiores a 15%). A umidade relativa do ar anual é de 58,5%, as temperaturas: máxima anual de 33,5°C, a mínima anual de 20,4°C e a média anual de 27,1°C em conformidade com

Medeiros (2014).

Sabe-se ainda que a evapotranspiração potencial anual é de 1.573,9 mm, a evaporação real anual é de 928,2 mm sendo que os meses de abril a novembro apresentam déficit hídrico de 645,8 mm, os excedentes hídricos ocorrem nos meses de fevereiro e março com 56,6 mm. O Índice de aridez é de 0,41% o índice hídrico de -0,21% e o índice de umidade de 41,03%. A vegetação do município apresenta característica peculiar por encontrar-se em área de transição entre cerrado e caatinga e em uma área de domínio de cerrados. Em conformidade com Moraes (2001), a cobertura vegetal da região consiste basicamente do Cerrado (campo cerrado e cerradão), mas por ser uma área de transição, ocorre também caatinga arbórea em menor proporção.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados meteorológicos utilizados neste trabalho para as variáveis: temperaturas máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, insolação total, precipitação pluvial e número de dias com chuva, para o período de 1960 a 2014, foram obtidos das Normais Climatológicas do Brasil (INMET, 2014). Essas informações auxiliam os projetistas urbanos no conhecimento do clima ao longo dos anos, facilitando a verificação da predominância de ventos para posicionar aberturas a fim de permitir ventilação natural dos ambientes quando necessário, segundo Goulart et al. (1998a e 1998b).

Bom Jesus localiza-se na latitude 09° 04' 28" S e longitude 44° 21' 31" W, com altitude de 277 metros em relação ao nível médio do mar. (Figura 1).

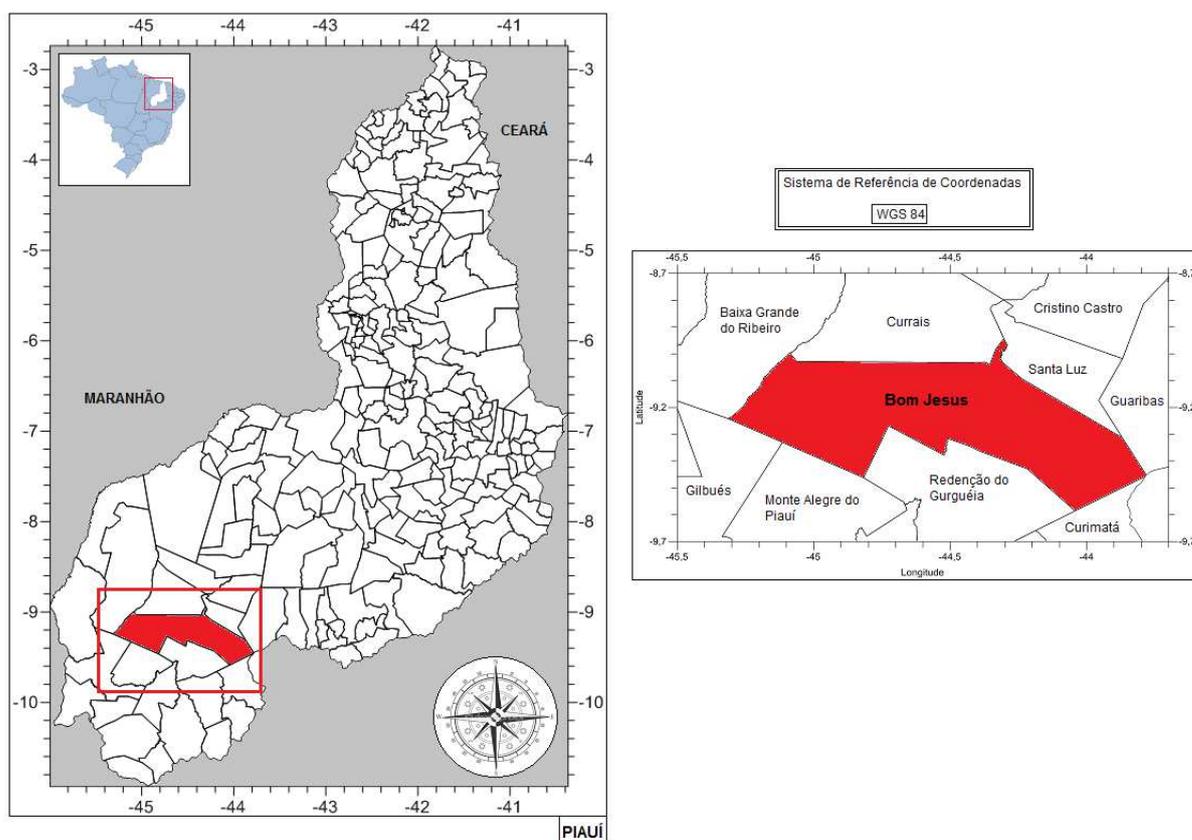
Segundo o censo 2010 a população de Bom Jesus é de 22.629 habitantes, com área municipal de 5.469 km<sup>2</sup>. A cidade recebeu esse nome em homenagem ao senhor Bom Jesus da Boa Sentença. O município representa um eixo em torno do qual gira a economia agrícola de todo sudoeste piauiense.

Dadas às informações climatológicas e dinâmicas do nordeste do Brasil, o município de Bom Jesus tem seu clima controlado pela variabilidade espacial e temporal da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e pelos vestígios das frentes frias (VFF), contribuição dos vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (FILI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de sudeste (ASE), a convergência de umidade (CU) e a troca de calor sensível por latente e vice-versa.

Nos últimos anos a cidade de Bom Jesus tem sofrido mudanças em seu clima. Em

anos em que ocorre o fenômeno El Niño a temperatura do ar aumenta, bem como a sensação térmica, sempre superior aos 38 °C. Além disso, concentra os dias com chuvas extremas nos meses de janeiro e fevereiro. Já o fenômeno La Niña provoca efeito contrário, traz alívio para a cidade, haja vista que há aumento dos índices de precipitação pluvial e redução da temperatura do ar. Em anos de La Niña o período chuvoso inicia em outubro e finda em março em março.

Figura 1- Estado do Piauí com destaque para o município de Bom Jesus



Fonte: Cordeiro (2015)

As contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderadas as fracas em quase todos os meses do ano, sendo o fenômeno La Niña o principal fator para ocorrência de chuvas acima da média histórica provocando inundações, alagamento, enchentes, enxurradas e desmoronamento.

Com a aquisição, levantamento e sua organização nos dados, foram desenvolvidos os modelos matemáticos e estatísticos empregando-se de programa em planilhas eletrônicas. Para as análises estatísticas aplicou-se os métodos de regressão linear estimaram os coeficientes da regressão obtidos ao nível de 5%, por meio das médias móveis, usu-

se diferentes distribuições de probabilidade, escolhidas entre as mais frequentemente utilizadas, incluindo a de Logística, Log-Normal e Weibull, respectivamente, as funções de densidade de probabilidade acumulada como descrito abaixo:

$$P(x) = \frac{1}{1 + \exp\left\{-\frac{\pi(x-\mu)}{\sigma\sqrt{3}}\right\}}, x, \mu \in \mathbb{R}, \sigma > 0 \quad (\text{Logística})$$

$$P(x) = \frac{1}{\beta} \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^x \exp[-0,5(x-a)/\beta] dx \quad (\text{Log - normal})$$

$$P(x) = 1 - \exp(-\alpha x^\beta) \quad (\text{Weibull})$$

Os ajustes e a seleção das melhores distribuições teóricas foram feitos por teste Kolmogorov-Smirnov, que compara as distribuições empíricas acumuladas com as teóricas. O Teste Kolmogorov-Smirnov mede a distância máxima entre os resultados de uma distribuição a ser testada e os valores associados à distribuição hipoteticamente verdadeira. A estatística do teste é dada por D, representando a diferença máxima entre as funções acumuladas de probabilidade teórica (F(x)) e empírica (F(a)), o teste apresenta a seguinte forma:

$$D = \text{máx}|F(x) - F(a)|$$

A aceitação do ajuste dos dados à função pretendida será exigente, visto que será considerado o nível de significância de 5%.

Desta forma, foi possível inferir se ocorrem, e quando, tendência numa determinada série histórica para a amostra estudada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista as análises das ocasionais tendências nas variáveis climáticas do estudo, o qual se adotou o procedimento dos cálculos das médias móveis e os cálculos da regressão linear tendendo o ajuste do comportamento das séries histórico o que os levou a fazer-se um pré-julgamento da eventual ocorrência de suas tendências.

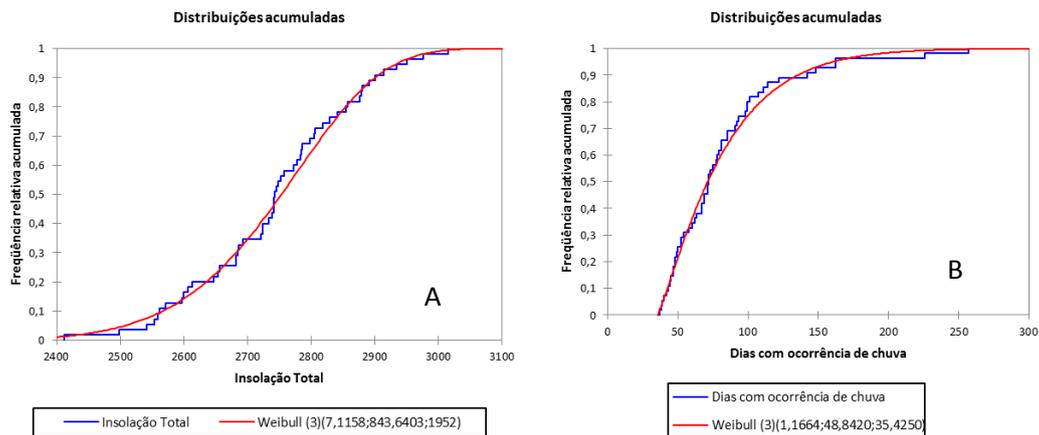
O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para averiguar a adequação dos dados utilizados à distribuição de probabilidade, onde os testes mostraram que a distribuição de Logística foi a que melhor se ajustou aos extremos de temperaturas máximas e mínimas. A distribuição de Weibull foi a que melhor se ajustou a umidade relativa do ar, dias com ocorrência de chuva e insolação total. A distribuição Log-normal foi a que melhor se ajustou a precipitação total. Os resultados das diferentes análises das séries de dados apresentam concordância entre os três testes estatísticos aplicados, que indicaram mudanças significativas nas séries dos dados anuais.

Tabela 1- Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov e da análise de regressão linear em Bom Jesus – PI no período de 1960 a 2014

Variável Analisada	Teste Kolmogorov-Smirnov (P-valor)	Análise de regressão Coeficiente angular
Insolação Total	0,95 (Weibull)	0,5384
Número Dias Chuva	0,94 (Weibull)	-1,1794
Umidade Relativa	0,85 (Weibull)	-0,2567
Precipitação Total	0,98 (Log-normal)	-1,6229
Temperatura Máxima	0,83 (Logística)	0,0309
Temperatura Mínima	0,25 (Logística)	-0,0446

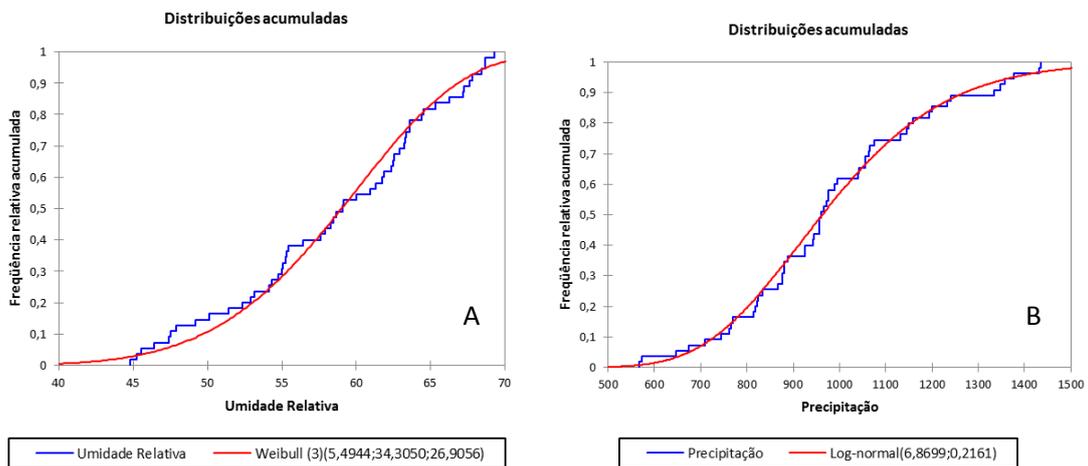
Na figura 2 (A) tem-se a Distribuição de Probabilidade acumulada Weibull para a variabilidade da insolação total. Esta distribuição apresentou coeficiente angular de 0,538, com teste de significância KS com valor de 0,95. Na figura 2 (B) obteve-se coeficiente angular negativo de -1,179 com teste de significância KS com valor de 0,94 para número de dias com chuvas. O teste de significância KS com valor de 0,85 com um coeficiente angular negativo de -0,256 conforme figura 3 (A) . Figura 3 (B) a distribuição de Probabilidade acumulada Log-normal da precipitação total para o teste de significância foi de 0,98, com coeficiente angular de -1,6229. A distribuição de Probabilidade acumulada Logística para a variabilidade da temperatura máxima 4 (A) e temperatura mínima 4 (B) com teste de significância KS com valores de 0,83 e 0,25 respectivamente e seus coeficiente angulares de 0,030 e -0,04. Em conformidade com os testes descritos pela tabela 1 as variáveis climáticas com valores negativos não possuem probabilidade de ocorrência.

Figura 2- Distribuição de Probabilidade acumulada Weibull da insolação total (A) e dias com ocorrência de chuva (B) em Bom Jesus - PI no período de (1960-2014)



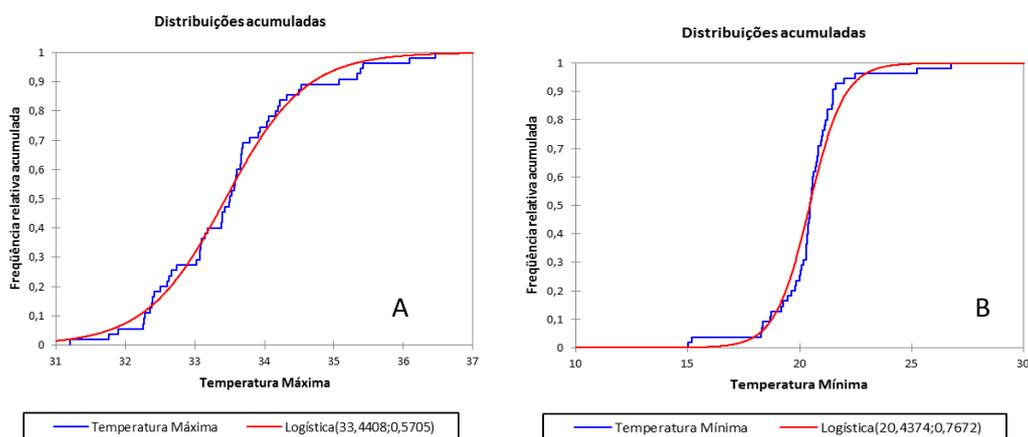
Fonte: Autor

Figura 3- Distribuição de Probabilidade acumulada Weibull da umidade relativa do ar (A) e Distribuição de Probabilidade acumulada Log-normal da precipitação total (B) em Bom Jesus - PI no período de (1960-2014)



Fonte: Autor

Figura 4- Distribuição de Probabilidade acumulada Logística da temperatura máxima (A) e temperatura mínima (B) em Bom Jesus - PI no período de (1960-2014)

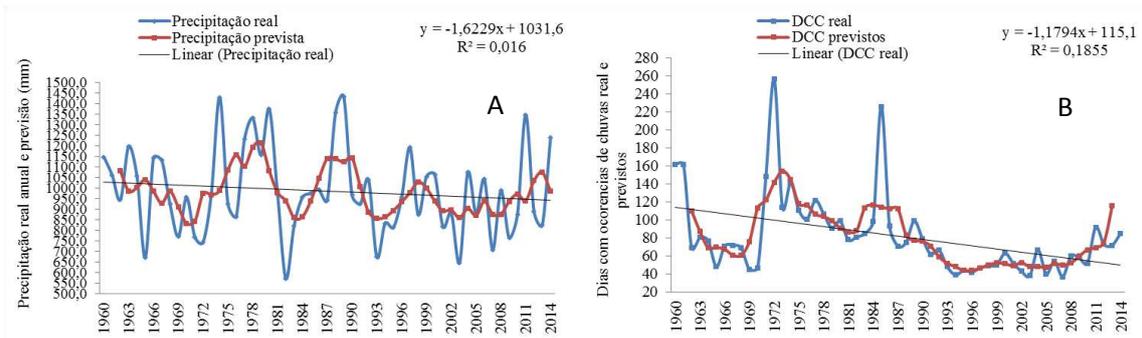


Fonte: Autor

Na Figura 5 têm-se os demonstrativos dos dados de precipitação total anual e número de dias de ocorrência com chuva em Bom Jesus - PI, e a variabilidade da média móvel, com seus ajustes lineares, identificou-se tendência de redução para os índices pluviométricos e números de dias de ocorrência com chuva para o período de 1960 a 2014. A equação linear mostrada na figura desponta o coeficiente angular de acordo com a figura 2 (a, b) negativo, demonstrando declínio moderado nos valores médios do período em estudo, todavia não advém tendência significativa para os índices pluviométricos e dos números de dias com ocorrências de chuvas.

No caso de redução de precipitações nos centros urbanos provenientes de efeitos da variabilidade natural do clima e da variabilidade induzida pelo homem torna o clima mais quente inviabilizando as atividades humanas e agrícolas, ainda que haja alguma previsão de aumento de chuva no futuro. De acordo com Marengo (2008) a redução de chuvas e da vazão nos rios vão limitar os esgotos e o transporte fluvial, comprometendo as estações de tratamento de água e de esgotamento sanitário e a geração de energia também ficará afetada com a falta de chuvas e incidirão altas taxas de evaporação e evapotranspiração devido ao aquecimento, em algumas regiões.

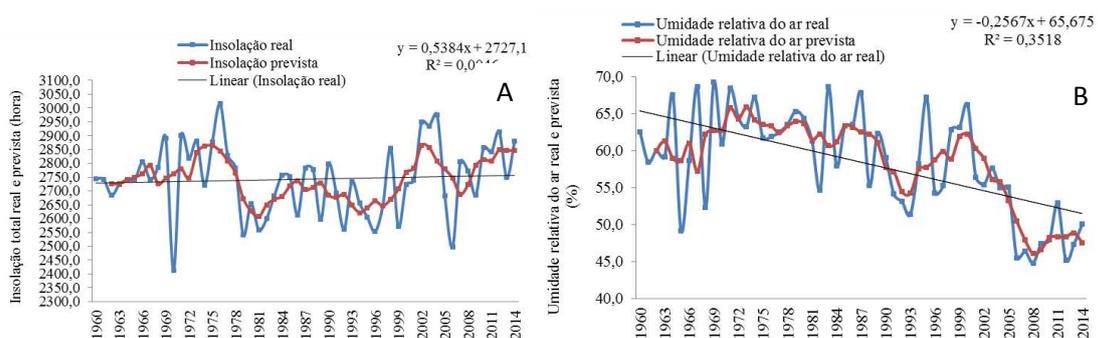
Figura 5- Precipitação total anual (A) e número de dias com ocorrência de chuva (b) em Bom Jesus - PI com a média móvel dos dados no período de (1960-2014)



Fonte: adaptada do INMET

O ajuste linear nas médias móveis com coeficiente angular positivo, podendo ocorrer tendência de crescimento na série de dados de insolação total da área de estudo, Figura 6(a). O aumento da insolação solar deve-se as construções civis desordenadas como edificações verticais e aberturas de novos bairros sem planejamentos e estrutura de sobrevivência, impermeabilização do solo, faltam de arborização, cobertura asfáltica que provoca ao aumento da carga térmica recebida pelos edifícios e superfície. Registrou-se decréscimo da umidade relativa do ar (UR), Figura 6 (b), pois no meio urbano, o elevado índice de impermeabilização do solo, a deficiência de áreas verdes e a pequena disponibilidade de água na superfície reduzem a troca de calor por evaporação e evapotranspiração, fazendo com que os níveis de umidade relativa sejam reduzidos e a maior parte da energia radiante seja utilizada para aquecer o ar. Destaca-se que na umidade relativa do ar prevista irão ocorrer reduções significativas quando comparada com a UR real tanto no tempo como em magnitude.

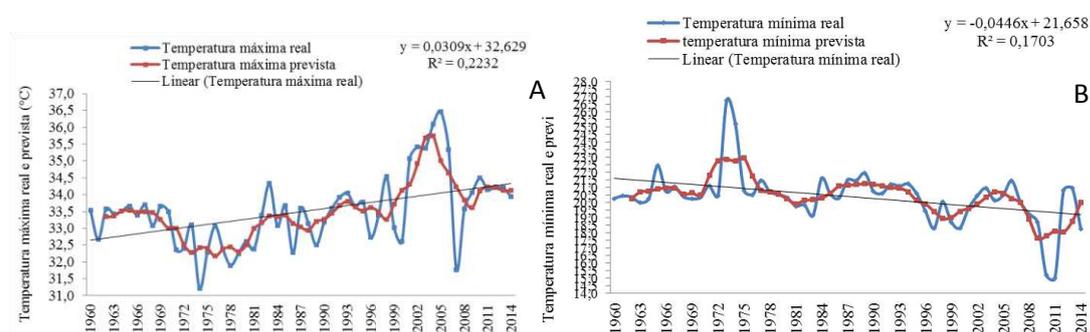
Figura 6- Insolação total (a) e Umidade relativa do ar (b) em Bom Jesus - PI, com a média móvel dos dados no período de (1960-2014)



Fonte: adaptada do INMET

A temperatura máxima do ar (°C) exibe índices de elevação tanto na temperatura real observada como na temperatura prevista, figura 7 (a). Na última década incidiram um aumento de 0,4 a 0,7°C na temperatura máxima anual. Observa-se uma redução linear significativa de 0,7 a 1,5°C na temperatura mínima anual e na sua previsão, figura 7(b). Baseando-se em tendências observadas, assim como de estudos feitos, considerando as projeções climáticas do futuro derivadas dos modelos climáticos do IPCC (2007) pode-se considerar que as regiões metropolitanas devem tornar-se ainda mais quentes, com mais inundações, enchentes e desmoronamentos em áreas principalmente nas encostas de morro.

Figura 7- Temperatura máxima (a) temperatura mínima (b) em Bom Jesus - PI, com a média móvel dos dados no período de (1960-2014)



Fonte: adaptada do INMET

Observa-se ampliação da temperatura máxima e redução da temperatura mínima fato que auxiliam o processo de desertificação forte na área estudada e no setor agrícola as plantas sofrerão estresse hídrico não desenvolvem a floração e conseqüentemente acarreta em baixa produção. A ampliação da insolação na área de estudo se deve ao fato da falta de planejamento das áreas urbanas.

## CONCLUSÃO

Das três distribuições teóricas de probabilidade ajustadas aos extremos anuais de precipitação, dias com ocorrência de chuvas, temperatura máxima e mínima do ar, insolação total e umidade relativa do ar em Bom Jesus – PI. Métodos de máxima verossimi-

lhança foram utilizados para estimar os parâmetros das distribuições. O teste Kolmogorov-Smirnov (KS) foi usado para comparar os ajustes e selecionar as melhores distribuições teóricas. Os ajustes também foram avaliados em gráficos. A distribuição Logística foi a que melhor se ajustou aos extremos de temperaturas máximas e mínimas. A distribuição de Weibull foi a que melhor se ajustou às umidades relativas, dias com ocorrência de chuva e insolação total. A distribuição Log-normal foi a que melhor se ajustou a precipitação anual. Empregou-se ainda a análise de regressão. Insolação total, DCC e UR se adequaram a distribuição de Weibull com alta significância, precipitação total e temperatura máxima adequaram-se a distribuição logística com alta significância e temperatura mínima não se adequou a nenhuma distribuição utilizada.

Observa-se ampliação da temperatura máxima e redução da temperatura mínima fato que auxiliam o processo de desertificação forte na área estudada e no setor agrícola as plantas sofrerão estresse hídrico não desenvolvem a floração e conseqüentemente acarreta em baixa produção.

O município apresentou deficiência hídrica anual de 645,7 mm, a temperatura média anual foi de 26,2°C, a pluviometria anual foi de 984,7 mm, a evapotranspiração potencial anual foi de 1.573,9 mm. O clima foi classificado como Semiárido, Megatérmico;

O desmatamento da vegetação nativa e a implantação da monocultura vêm contribuindo para os elevados índices de desertificação, assoreamento dos rios, lagos, lagoas, córregos além da contribuição dos elementos meteorológicos no bem estarem dos centros urbanos;

As indicações das principais estratégias arquitetônicas e bioclimáticas a serem adotadas podem ser feitas através de dados climáticos, temperatura e umidade, plotados sobre a Carta Bioclimática. O percentual de cada estratégia indicada corresponde a diversos recursos de projeto que podem ser adotados. O estudo da incidência de ventos por faixa de temperatura e umidade pode indicar quais as orientações ideais de aberturas para ambientes naturalmente ventilados, que seria o caso de construções de grandes condomínios, aberturas de novos bairros sem a utilização das informações meteorológicas predominantes da região;

As flutuações das temperaturas máximas, mínimas registram tendências de aumentos provocados por implantações de asfaltos desproporcionais, a retiradas da vegetação urbana, altos teores de CO<sub>2</sub> repelidos pelos transportes urbanos, a compactação do solo e falta de infraestrutura no crescimento vertical e nos novos bairros que estão sendo criados;

As instabilidades e/ou estabilidade da umidade relativa do ar, registrada nas áreas urbanas, quando acompanhada de temperaturas elevadas produz um desconforto ambiental difícil de ser descrito através das reações fisiológicas, emocionais e comportamentais experimentadas pela população, não proporcionando bons condicionamentos térmicos.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, H. A.; PEREIRA, F. C. Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15, Aracaju, SE, **Anais...** Aracaju: CDROM. 2007.

ALMEIDA, H. A.; SILVA, L. Modelo de distribuição de chuvas para a cidade de Areia, PB. In: I CONGRESSO INTERCONTINENTAL DE GEOCIÊNCIAS, Fortaleza, CE, **Anais...** Fortaleza: CD-ROM. 2004.

ALMEIDA JUNIOR, N. L. **Estudo de clima urbano**: uma proposta metodológica. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra. 2005.

BASTOS, E. J. B.; AZEVEDO, P. V. Determinação da estação de cultivo e época de plantio para as variedades de arroz, milho e sorgo no Estado da Paraíba. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE METEOROLOGIA E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 1986. Brasília – DF. **Anais...** Brasília, p. 22 – 27.

CAMPOS, C. G. C. **Padrões Climáticos Atuais e Futuros de Temperatura do Ar na Região Sul do Brasil e Seus Impactos nos Cultivos de Pêssego e Nectarina**. 2010. 191f. Tese (Doutorado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

GOULART, S. V. G.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis: Núcleo em Pesquisa em Construção/UFSC, 1998a. 345 p.

GOULART, S. V. G.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. Dados Climáticos de 14 Cidades Brasileiras para Projeto e Avaliação de Sistemas de Ar Condicionado. 1. ed. São Paulo: ABRAVA, 1998b, v.1. p.207.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, Normais Climatológicas do Brasil, 1961 – 1990. Edição revista e ampliada. Brasília: INMET, 2009, 87p.

HANSEN, J.; LEBEDEFF, S. Global trends of measured surface air temperature. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 92, n. 11, p. 13345-13372, 1987.

JONES, P. D.; RAPER, S. C. B.; WIGEY, T. M. L. Southern hemisphere surface air temperature variations 1851-1984. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, Boston, v. 25, n. 9, p. 1213-1230, 1986.

KARL, T. R.; DIAZ, H.; KUKLA, G. Urbanization: its detection and effect in the United States climate record. **Journal of Climate**, Boston, v. 1, n. 11, p. 1099-1123, 1988.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. G. Trends in Extreme air temperatures in Southern Brazil, **International Journal Climatology**, v.28, p.893-904, 2007.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; ZEE, D.; PINTO, H. S. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Disponível em: <[http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS\\_MudancasClimaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf)>. Acesso em: out. 2010.

MARENGO, J.; SILVA DIAS, P. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. Capítulo 3 em *Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. Eds. REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, E. J. (Eds.). São Paulo: Editoras Escrituras, 2008, p.63-109.

MEDEIROS, R. M.; NETO, F. R. R. Perfil médio anual de umidade relativa do ar para

algumas estações climatológicas do estado do Piauí. **Boletim de Monitoramento hidroclimático**, v. 2, n.8, 1992.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P. Comportamento médio anual da temperatura para alguns municípios do estado do Piauí. **Boletim de Monitoramento hidroclimático**, v. 3, n. 23, 1993.

MEDEIROS, R. M.; FRANCISCO, P. R. M.; VIEIRA, L. J. S.; SOUSA, S. F. A. Contribuição para a captação de águas pluviais um subsídio a partir da análise da precipitação e do número de dias de chuva no município de Teresina, PI. In: 8º SIMPÓSIO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. 2014, Federação das Indústrias do Estado da Paraíba. **Anais...** Campina Grande - PB.

MEDEIROS, R. M.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F. SABOYA, L.M. F.; FRANCISCO, P. R. M. Classificação climática e zoneamento agroclimático de culturas para São João do Cariri – PB. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 11 n. 21; p. 2015.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, p. 1-10, 2002.

MORAES, A. M. **Agronegócio de grãos nos cerrados**. In: Carta Cepro. Teresina, Fundação Cepro. v. 20. 2001.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; COSTA, J. M. N. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 10, n. 1-4, p. 57-61, 2002.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. ed. São Paulo: Projeto, 2000, 128p.

SLEIMAN, J.; SILVA, M. E. S. A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008. **Anais...** Rio Claro.

SORIANO, B. M. A. **Caracterização climática de Corumbá-MS**. Curumbá: EM-BRAPA-CPAP. In: Boletim de Pesquisa, 11, 1997. 25p.

STAMM, C.; WADI, Y. M.; STADUTO, J. A. R. **São as cidades médias responsáveis pelo espraiamento espacial da riqueza nacional?** Rede Brasileira de Estudos sobre Cidades Médias – REDBCM REDES, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 2, p. 66-91, maio-ago. 2010.

# **INCLUSÃO SOCIAL DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: UMA ANÁLISE À LUZ DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Hérika Juliana Linhares Maia<sup>1</sup>, Erivaldo Moreira Barbosa<sup>2</sup>  
e Monica Maria Pereira da Silva<sup>3</sup>

**RESUMO:** Os catadores de materiais recicláveis são trabalhadores que encontram na catação de resíduos sólidos uma oportunidade profissional. Contudo, sofrem devido às péssimas condições trabalho, a desvalorização profissional e o preconceito social. No sentido regulamentar a problemática dos resíduos sólidos, sobretudo, em relação aos catadores de materiais recicláveis, foi sancionada a Lei 12.305/10 a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Este trabalho constitui uma pesquisa documental, cujo objetivo principal compreende analisar a Lei 12305/10, no que tange aos dispositivos relacionados à inclusão social e reconhecimento profissional dos catadores de materiais recicláveis. Constatou-se que a PNRS pode favorecer o alcance de vários benefícios aos catadores de materiais recicláveis, como a participação nos planos de gestão de resíduos sólidos e incentivo à organização desses profissionais em cooperativas ou associações. Desta forma, a PNRS vislumbra meios para a valorização profissional dos catadores de materiais recicláveis, no entanto, a sua aplicabilidade depende do compromisso mútuo entre gestores públicos e os diferentes segmentos sociais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Legislação Ambiental; Valorização profissional; Inclusão Social.

---

1 Graduada em Direito Pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Mestre e Doutoranda em Recursos Naturais (PPGRN/UFCG). E-mail: herikajuliana@hotmail.com.

2 Graduado em Direito (UEPB). Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (PPGRN/UFCG). Professor do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. E-mail: erifat@terra.com.br.

3 Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Doutora em Recursos Naturais (PPGRN/UFCG). Professora do Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB. E-mail: monicaea@terra.com.br.

## **SOCIAL INCLUSION OF WASTE PICKERS: AN ANALYSIS IN THE LIGHT OF NATIONAL POLICY OF SOLID WASTE**

**ABSTRACT:** The waste pickers are workers who are in the scavenging of solid waste a professional opportunity. However, suffer because of poor work conditions, professional devaluation and social prejudice. In order to regulate the issue of solid waste, especially in relation to waste pickers, it was enacted Law 12,305 / 10 which established the National Policy on Solid Waste (PNRS). This work is a desk research, whose main objective comprises analyzing the Law 12305/10, with respect to provisions related to social inclusion and professional recognition of recyclable material collectors. It was found that the PNRS can enhance the achievement of various benefits to collectors of recyclable materials, such as participation in solid waste management plans and encouraging the organization of these workers in cooperatives or associations. Thus, the PNRS envisages means for professional development of recyclable material collectors, however, their applicability depends on the mutual commitment between public managers and different social segments.

**KEYWORDS:** Environmental Law; Professional development; Social inclusion.

### **INTRODUÇÃO**

A catação de materiais recicláveis trata-se de uma atividade antiga, porém, vem se expandindo ao longo dos últimos anos, constituindo-se numa alternativa inserida no mercado de trabalho (GONÇALVES, 2004). Os primeiros indícios do exercício da catação de materiais recicláveis datam do século XIX, o que demonstra que tal fenômeno acompanhou o processo de urbanização do país (IPEA, 2013). No que se refere à formalização, a COOPAMARE (Cooperativa dos Catadores de Papel e de Materiais Reaproveitáveis) foi a primeira cooperativa formada por catadores de materiais recicláveis que se tem registro no Brasil. A mesma foi fundada em 1989 a partir de projetos voltados aos moradores de rua do município de São Paulo e contava com 20 catadores de materiais recicláveis (SANTOS et al., 2011).

Não existe consenso na literatura sobre o número de catadores de materiais recicláveis que atuam no Brasil. Contudo, dados da 4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente mostram que 600 mil pessoas exercem a catação dos resíduos sólidos no país. Deste

total, cerca de 60 mil catadores de materiais recicláveis atuam junto às cooperativas ou associações demonstrando que a maioria desenvolve seu ofício na informalidade (BRASIL, 2013).

Com o objetivo de promover a gestão dos resíduos sólidos, bem como a inclusão social e valorização profissional dos catadores de materiais recicláveis foi sancionada a Lei 12.305/10 a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei menciona ações de inserção e organização de catadores de materiais recicláveis nos sistemas municipais de coleta seletiva, assim como, possibilita o fortalecimento das redes de organizações desses profissionais e a criação de centrais de estocagem e comercialização regional (BRASIL, 2010). Desta forma, a Política Nacional de Resíduos Sólidos está voltada aqueles que vivem da catação de resíduos sólidos, garantindo financiamento aos municípios que executarem o serviço de coleta seletiva junto às cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis, objetivando a inclusão social desses trabalhadores (PEREIRA, 2011).

Em virtude da problemática que existe hodiernamente em relação ao tratamento dos resíduos sólidos, bem como do grande número de pessoas que retira seu sustento da catação desses resíduos e, por isso, são excluídas do meio social, os principais questionamentos que norteiam este trabalho são: quais são os principais benefícios apresentados pela Lei 12.305/10 aos catadores de matérias recicláveis? A Política Nacional de Resíduos Sólidos pode ser considerada um instrumento para inclusão social e reconhecimento profissional dos catadores de materiais recicláveis?

Neste sentido, o estudo tem como objetivo analisar a Lei 12305/10, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, no que tange aos dispositivos relacionados à inclusão social e reconhecimento profissional dos catadores de materiais recicláveis.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa documental de dados secundários, a qual corresponde àquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, com valor científico. (SANTOS, 2000). Foram identificados os principais benefícios direcionados aos catadores de materiais recicláveis por meio da legislação nacional vigente a partir do ano 2010, levando em consideração os dispositivos voltados à inclusão social e reconhecimento profissional desses trabalhadores. Utilizou-se como referência a Lei 12.305\10, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, bem

como decreto 7405/10 intitulado de Decreto Pró Catador. Também foram analisados dados de relatórios oficiais do Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA) e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). Os dados foram analisados tomando por base os princípios da pesquisa qualitativa.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A produção excessiva de resíduos sólidos, somada ao descarte inadequado constitui um problema de ordem ambiental, social, econômico e ético que requer soluções urgentes, no sentido de minimizar ou mesmo eliminar os diferentes impactos negativos. Os problemas são ampliados por causa da aglomeração populacional em áreas urbanas e, entre outros fatores, pela diminuição ou encarecimento de áreas destinadas a aterros sanitários (MACHADO, 2010). Além disso, a situação subhumana em que se encontram os catadores de materiais recicláveis configura-se outra grave consequência da falta de gestão dos resíduos sólidos.

No sentido de amenizar a problemática dos resíduos sólidos, bem como facilitar o exercício profissional e a inclusão social dos catadores de materiais recicláveis, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12305/2010. A PNRS está consubstanciada nos princípios da gestão integrada dos resíduos, a qual corresponde uma ferramenta para melhoria da qualidade ambiental, pois por meio dela se busca reduzir a quantidade de resíduos disposta na natureza sem o devido tratamento, evitando-se a contaminação dos recursos naturais (MENDOZA et al., 2010).

A correta disposição dos resíduos sólidos evita a proliferação de microrganismos, causadores de diversas doenças que põem em risco a saúde humana e ambiental (MENDOZA et al., 2010). No âmbito econômico, a gestão de resíduos sólidos possibilita a reintrodução dos resíduos passíveis de reciclagem no setor produtivo, aquecendo a economia e gerando emprego e renda aos catadores e catadoras de materiais recicláveis (MENDOZA et al., 2010). Na seara social, é oportuno consignar a melhoria da qualidade de vida e a inclusão social dos catadores de materiais recicláveis que passam a ser reconhecidos como importantes agentes de gestão ambiental.

A PNRS foi desenvolvida levando em consideração os preceitos contidos na Constituição Federal de 1988, a qual prever o direito de todos os cidadãos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida. A carta de Magna de 1988 é reconhecida por trazer um rol de direitos e garantias fundamentais, tais como o

direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a cidadania (BRASIL, 1988). A lei 12.305/10 trouxe uma quantidade significativa de artigos voltado à valorização profissional, inclusão social e o incentivo à organização dos catadores de materiais recicláveis demonstrando a relevância desses trabalhadores no âmbito da gestão dos resíduos sólidos.

A importância do trabalho do catador de material reciclável pode ser constatada através dos dados fornecidos pelo CEMPRE- Compromisso Empresarial para Reciclagem. Em 2012, 73,3% do volume total de papel ondulado consumido no Brasil foi reciclado. Esse percentual corresponde a 3.393.000 toneladas. No mesmo ano, 59% das garrafas de PET foram recicladas, totalizando 331 mil toneladas (CEMPRE, 2012). No ano de 2012, aproximadamente 97% da produção nacional de latas de alumínio consumidas foi reciclada, movimentando 1,8 bilhão na economia do país (CEMPRE, 2012). As latas de alumínio merecem destaque, por terem alto consumo e um ciclo de vida muito mais curto que o apresentado por outros produtos de alumínio. Atualmente, em aproximadamente 30 dias, uma latinha de alumínio para bebidas pode ser comprada, utilizada, coletada, reciclada, envasada e voltar às prateleiras para o consumo (CEMPRE, 2012).

Desta forma, é inegável a contribuição dos catadores de materiais recicláveis no âmbito econômico, ambiental e social. Segundo Mota (2005), o aumento do material enviado para reciclagem, bem como a melhoria no serviço de limpeza pública, são consequências do trabalho dos catadores de materiais recicláveis. Ainda de acordo com Mota (2005), o trabalho dos catadores de materiais recicláveis corresponde a uma atividade econômica que integra outros aspectos importantes, como a geração de renda, a proteção aos recursos naturais, a educação ambiental, a inclusão social e a prestação de serviços públicos. Corroborando com este entendimento, Gonçalves (2004) afirma que os catadores de materiais recicláveis são profissionais de função simples e pouco valorizada, porém, de grande importância para o funcionamento da sociedade, nos moldes em que ela está organizada.

Apesar de todos os benefícios advindos com a atuação dos catadores de materiais recicláveis, estes profissionais são excluídos da sociedade. As pessoas que trabalham com materiais recicláveis, comumente são marginalizadas e possuem um estilo de vida insalubre e a discriminação é uma das grandes dificuldades que elas encontram no exercício profissional, culminando com a desvalorização da profissão (SILVA; LIMA, 2007).

Neste contexto, a PNRS alerta para necessidade da sociedade entender que os resíduos sólidos gerados são produtos com valor venal e geradores de emprego e renda às pessoas que vivem da catação dos mesmos. Por isso, tem como um dos seus princípios o

reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda, e promotor da cidadania (BRASIL, 2010). Desta forma, a Lei 12.305/10 configura-se um importante instrumento na gestão dos resíduos sólidos, pois alerta sobre a necessidade de se construir uma nova percepção sobre o papel da sociedade, do setor público e privado na gestão desses materiais e consequentemente na inclusão socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis.

Em virtude da grande importância do exercício profissional dos catadores de materiais recicláveis no âmbito da gestão dos resíduos sólidos, foram inseridos no texto da lei 12.305/10 vários dispositivos destinados à melhoria das condições de trabalho e aumento da renda desses profissionais como demonstra o quadro 01.

Quadro 1- Artigos da Lei 12.305 relacionados a inclusão socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis

<b>Artigo/inciso</b>	<b>Objetivo</b>
<b>7, XII</b>	É objetivo da PNRS a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
<b>8, IV</b>	É instrumento da PNRS o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
<b>15, V</b>	A União é competente para elaborar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos contendo metas voltadas a inclusão social e emancipação econômica de catadores de materiais recicláveis;
<b>18, II</b>	Determina a elaboração dos planos de gestão integrada de resíduos sólidos pelo Distrito Federal e Municípios, com implementação da coleta seletiva e a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis, sob pena de não receberem recursos na União destinados a serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.
<b>19, XI</b>	O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos deve conter programas e ações direcionados a cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver;

<b>33, § 3, I</b>	Estabelece aos importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes a realização da logística reversa, de forma independente do serviço público, em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis,
<b>42, III</b>	Poder público poderá criar linhas de financiamento para implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.
<b>44, II</b>	A União, Estados e DF e Municípios, no âmbito das suas competências legislativas, poderão criar incentivos fiscais, financeiros e creditícios à indústrias que tenham projetos voltados a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos em parceria com catadores de materiais recicláveis organizados.

Fonte: Lei 12.305/10

Verifica-se que a Lei 12.305/10 reconhece o catador de materiais recicláveis como agente imprescindível à gestão dos resíduos sólidos. Desta forma, determina que esses profissionais sejam inseridos nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Entende-se por responsabilidade compartilhada conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

Os catadores de matérias recicláveis devem estar contemplados no planejamento e execução dos planos de gestão de resíduos sólidos, uma vez que são responsáveis pela reintrodução dos resíduos gerados pela sociedade no setor produtivo. Tal fato aquece a economia, melhora a qualidade de vida das pessoas e traz benefícios ao meio ambiente, pois a má disposição dos resíduos sólidos acarreta a liberação de gases que colaboram para o efeito estufa, a exemplo do metano (CH<sub>4</sub>), que de acordo com Pecora et al. (2008), contribui para o agravamento do aquecimento global e as mudanças climáticas. No campo social, é vale salientar a grande quantidade de catadores de materiais recicláveis que vive em situação desumana, da coleta de resíduos, sem nenhum aparato assistencial (MEDEIROS; MÂCEDO, 2006).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos também menciona o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de

materiais recicláveis (BRASIL, 2010). Tal dispositivo deve-se ao fato da grande quantidade de catadores que vivem na informalidade, sujeitos a péssimas condições de trabalho e subordinados a atravessadores que fazem a intermediação dos materiais coletados com a indústria.

Nos últimos 15 anos as demandas dos catadores de materiais recicláveis pela formalização do seu trabalho, em associações e cooperativas assumiram no Brasil uma grande visibilidade pública, passando a subsidiar políticas públicas de resíduos sólidos focadas na minimização da degradação ambiental e na inclusão social tanto, em nível nacional quanto local (BESEN; DIAS, 2011).

Como reflexo da Lei 12.305/10 , foi publicado em 23 de dezembro de 2010 o Decreto 7405/10, o qual instituiu o programa Pro-Catador com a finalidade de integrar e articular as ações do Governo Federal voltadas ao apoio e ao fomento à organização produtiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, à melhoria das condições de trabalho, à ampliação das oportunidades de inclusão social e econômica e à expansão da coleta seletiva de resíduos sólidos, da reutilização e da reciclagem por meio da atuação desse segmento (BRASIL,2010). O referido decreto visa incentivar o processo de organização, inclusão social e econômica dos catadores de materiais recicláveis como demonstra o quadro 02.

Quadro 2- Objetivos do Programa Pro-Catador, instituído pelo Decreto 7405/10

<b>Decreto Pró Catador/ objetivos</b>
Capacitação, formação e assessoria técnica dos catadores de materiais recicláveis.
Incubação de cooperativas e de empreendimentos sociais solidários que atuem na reciclagem;
Pesquisas e estudos para subsidiar ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
Aquisição de equipamentos, máquinas e veículos voltados para a coleta seletiva, reutilização, beneficiamento, tratamento e reciclagem pelas cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
Implantação e adaptação de infraestrutura física de cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
Organização e apoio a redes de comercialização e cadeias produtivas integradas por cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

Fortalecimento da participação do catador de materiais reutilizáveis e recicláveis nas cadeias de reciclagem;
Desenvolvimento de novas tecnologias voltadas à agregação de valor ao trabalho de coleta de materiais reutilizáveis e recicláveis; e
Abertura e manutenção de linhas de crédito especiais para apoiar projetos voltados à institucionalização e fortalecimento de cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Fonte: Decreto 7405/10

Todos os objetivos supramencionados poderão ser atingidos em parceria com os órgãos da Administração Pública Federal, Estadual e Municipal, cabendo a cada ente acompanhar o desenvolvimento de estudos e pesquisas para subsidiar a implantação da coleta seletiva local e regional e outras ações de inclusão social e econômica dos catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2010).

Neste contexto, percebe-se que o Decreto 7405/10 traz mecanismos para organização e inserção de cooperativas de catadores de materiais recicláveis no mercado da reciclagem e a agregação de valor na cadeia de resíduos sólidos, uma vez que a maioria desses trabalhadores exercem seu ofício na informalidade, além de estarem subordinados a atravessadores. Segundo Aquino, Castilho Jr. e Pires (2009), estes profissionais encontram-se sem condições de negociar diretamente com a indústria. Tal fato acarreta a venda do material coletado por preços irrisórios, tendo como consequência, renda inferior ao salário mínimo oficial e sem nenhuma garantia previdenciária (salário maternidade, auxílio doença, décimo terceiro salário, e direito a aposentadoria).

Segundo dados do IPEA, com base no o último Censo Demográfico, o rendimento médio das pessoas que vivem da catação de materiais recicláveis no Brasil é R\$ 571,56. Na região Sudeste esta quantia chega a R\$ 629,89 mostrando-se acima da média nacional. O nordeste apresenta os rendimentos mais baixos do Brasil com R\$ 459,34 (IPEA, 2013). Os números revelam a baixa remuneração auferida por esses profissionais, não fazendo jus ao salário mínimo vigente, o qual corresponde ao valor R\$ 724,00. Segundo a mesma pesquisa, dentre o universo de 387.910 pessoas que se declararam catadores de materiais recicláveis, 20,5 % são analfabetos. A região Nordeste é a que detêm os maiores índices de analfabetismo entre os catadores de materiais recicláveis, atingindo o nível de 34,0% (IPEA, 2013). A falta de instrução, assim como em qualquer outro ofício, dificulta a ati-

vidade desses profissionais, reduzindo oportunidades diante de situações em que o domínio da leitura e da escrita são imprescindíveis.

As atividades dos catadores de materiais recicláveis são percebidas por muitas instituições como sendo uma possibilidade de inclusão social (BARROS; SALES; NOGUEIRA, 2002), mas essa atividade só pode ser caracterizada como uma forma de inclusão se os trabalhadores organizarem esse ofício de maneira que proporcione condições dignas de trabalho e de remuneração.

É oportuno consignar que em 2002, a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) reconheceu a atividade dos catadores de materiais recicláveis como categoria profissional. Contudo, Medeiros e Macedo (2006), externam que o problema não está em reconhecer o catador de material reciclável como profissional, mas em reconhecer seu direito às condições dignas de trabalho e de vida para além da perspectiva da estrita sobrevivência. Desta forma, o reconhecimento da profissão não implicou em mudanças nas condições de vida e trabalho destes profissionais, os quais atuam sem vínculo empregatício, ausentes qualquer proteção trabalhista e previdenciária. Somado a isto, na maioria das vezes, não estão inseridos nos programas de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos estaduais ou municipais e ainda são explorados pelas indústrias de reciclagem (BORTOLI, 2009).

Na realidade o catador de material reciclável é mal incluído economicamente e excluído socialmente. Ele é o elo mais frágil da cadeia econômica de desenvolvimento em que vivemos (BURSZTYN, 2000). Considerando a principal meta do sistema capitalista, percebe-se que o crescimento econômico é necessário, porém, deve ser socialmente receptivo e implementado por métodos favoráveis ao meio ambiente, em vez de favorecer a incorporação predatória do capital da natureza ao Produto Interno Bruto (SACHS, 2002).

Para a reversão deste quadro é de suma importância da aplicação da legislação ambiental, uma vez que a mesma se funda nos deveres éticos e jurídicos de preservar o meio ambiente (MACHADO, 2010). Além disso, a legislação corresponde um dos instrumentos da gestão ambiental, a qual tem como objetivo o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, fica evidenciada a importância dos benefícios advindos com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual corresponde um marco na gestão ambiental Brasileira, pois demonstra uma visão moderna na luta contra um dos maiores problemas do planeta: os resíduos sólidos urbanos e a inclusão social dos cata-

dores de materiais recicláveis. Entretanto, uma resposta eficaz a este desafio não dependerá de um quadro jurídico fixo, mas de um entendimento franco e contínuo entre administradores, juristas e ambientalistas, com o fim de realizarem conjuntamente os programas de interesse comum, de proteção dos recursos naturais e melhoria da qualidade de vida (MACHADO, 2010).

## CONCLUSÕES

Verificou-se no decorrer deste trabalho que a Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei 12.305/2010 e o decreto 7405/10 apresentam várias possibilidades de inclusão social e valorização profissional aos catadores de materiais recicláveis, tais como: a participação nos planos de gestão de resíduos sólidos e o incentivo a organização desses profissionais em associações ou cooperativas. Estas ações visam melhorar o exercício profissional dos catadores de materiais recicláveis, bem como aumento da renda e inclusão social dos mesmos. Não são, no entanto, suficientes para garantir condições de trabalho e de vida dignas.

O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável ou reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda, e promotor da cidadania constitui outro ponto relevante mencionado na Lei 12.305/2010, desde que a coleta seletiva seja realizada na fonte geradora e os resíduos encaminhados aqueles que lhe são de direito, os catadores de materiais recicláveis. Este entendimento possibilita à sociedade melhor gerenciamento dos resíduos produzidos, refletindo-se em ações mais conscientes em relação ao meio ambiente.

Desta forma, observa-se que a publicação da PNRS configura-se um marco na legislação ambiental brasileira e deve ser considerada um instrumento no processo de gestão dos resíduos sólidos. No entanto, o que realmente falta é efetivação da lei pelos gestores públicos, sensibilidade da sociedade para com os problemas ambientais e maior comprometimento daqueles que fiscalizam e fazem cumprir as leis.

Portanto, a sua aplicabilidade vislumbra meios para a valorização profissional dos catadores de materiais recicláveis, no entanto, requer compromisso mútuo entre gestores públicos e os diferentes segmentos sociais pois, como determina a PNRS, a responsabilidade pelos resíduos sólidos gerados deve ser compartilhada.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, I. F.; CASTILHO JUNIOR. A. B.; PIRES, T. S. A organização em rede dos catadores de materiais recicláveis na cadeia produtiva reversa de pós-consumo da região da grande Florianópolis: Uma alternativa de agregação de valor. **Gest. Prod.** São Carlos – SP, v. 16, n. 1, 2009.

BRASIL. **Constituição Federal. Brasília** – DF, 1988.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 7405**, de 23 de dezembro de 2010, o qual Institui o Programa Pró-Catador, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: < <http://www.conferenciameioambiente.gov.br/a-4a-cnma/geracao-de-emprego-e-renda/> >. Acesso em 01 ago. 2014

\_\_\_\_\_. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Lei 12.305. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2ago. 2010. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/.../lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/.../lei/112305.htm)> Acesso em: 22 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Classificação Brasileira de Ocupações CBO**. Disponível em: <<http://www.mteco.gov.br/cbosite/pages/pesquisas/BuscaPorTituloResultado.jf>> Acesso em: 01 ago. 2014.

BARROS, V. A.; SALES, M. M.; NOGUEIRA, M. L.M. Exclusão, favela e vergonha: uma interrogação ao trabalho. **Psicologia organizacional e do trabalho**: teoria, pesquisa e temas correlatos. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p.38-57.

BESEN, G. R.; DIAS, S. M. Gestão pública sustentável de resíduos sólidos – uso de bases de dados oficiais e de indicadores de sustentabilidade. **Revista Pegada**. Presidente Prudente-SP. Vol. especial, Jul. 2011.

BORTOLI, M. A. Catadores de Materiais Recicláveis: a construção de novos sujeitos. **Revista Katal**. Florianópolis, v.1, n.1, p.105-114, 2009.

BURSZTYN, M. **No meio da rua: Nômades, Excluídos e viradores.** RJ Garamond, 2000.

CEMPRE – **Compromisso Empresarial para Reciclagem** 2012. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ft\\_papel\\_ondulado.php](http://www.cempre.org.br/ft_papel_ondulado.php)> Acesso em: 10 abr. 2015.

GONÇALVES, S. A. **Catadores de materiais recicláveis: Trajetória de vida, trabalho e saúde.** Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública. Fiocruz, Rio de Janeiro, 2004.

IPEA, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.** Situação das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclado e Reutilizável. Brasília 2013.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro.** 18. ed. São Paulo: Malheiros, 2010.p.577

MENDOZA, H. V.; RODRIGUEZ, E. A.; VASCONCELOS, E. M.; MOYA, A. F. C. Situación de la separación de residuos sólidos urbanos en Santiago, Nuevo León, México. **CienciaUanl.** v. XIII, n. 3, julio-septiembre 2010. Disponível em:<<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40215495007>> Acesso em: 22 jan. 2014.

MEDEIROS, L. F. R.; MACEDO, K. B. Catador de material reciclável: Uma profissão para além da sobrevivência. **Psicol. Soc.**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, 2006. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S01027182206000200009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01027182206000200009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 mai. 2014.

MOTA, A. V. Do lixo à cidadania. **Revista Democracia Viva.** Belo Horizonte, n. 27, jun/jul. 2005.

PEREIRA, T. C. G. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Nova regulamentação para um velho problema. **Direito e Justiça**, v. 11. n. 17, 2011. Disponível em: <[http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/direito\\_e\\_justica/article/view/719](http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/direito_e_justica/article/view/719)>. Acesso em: 24 mai. 2014

PECORA, V.; FIGUEIREDO, N. J. V.; TEIXEIRA, S. Biogás e o mercado de crédito de carbono. Centro Nacional de Referência de Biomassa, **CENBIO**, São Paulo – SP, Fevereiro de 2008.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTOS, A. R. dos. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

SANTOS, Maria C. L. et al. **Frames de ação coletiva: uma análise da organização do MNCR**. In: SCHERER-WARREN, Ilse; LUCHMANN, Lígia H. H. Movimentos sociais e participação. Florianópolis: Editora UFSC, 2011.

SILVA, D. B.; LIMA, S. C. Catadores de materiais recicláveis em Uberlândia – MG, Brasil: Estudo e recenseamento. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 21, jun. 2007.

# INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NAS INTERNAÇÕES HOSPITALARES EM IDOSOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB

Juliana Meira de Vasconcelos Xavier<sup>1</sup> e Pedro Vieira de Azevedo<sup>2</sup>

**RESUMO:** Os seres humanos por estarem em permanente contato com o ambiente atmosférico sofrem variações fisiológicas influenciadas pelas variáveis climáticas, tornando-se vítimas da influência que tais variáveis exercem sobre o ambiente. Desta forma, determinadas doenças pré-existentes são agravadas além de favorecendo o surgimento ou desenvolvimento de outras devido às variações naturais periódicas dos elementos climáticos. Estudos têm demonstrado que as populações idosas estão entre os mais vulneráveis às variações climáticas. o presente trabalho objetivou analisar a influência das variáveis climáticas na ocorrência de doenças circulatórias em idosos do município de Campina Grande-PB-Brasil, durante o período de 2000- 2014, devido ao fato de tais enfermidades constituírem uma das principais causas de internações hospitalares no município de Campina Grande. Para investigar a influência dos elementos climáticos no desencadeamento de doenças circulatórias, os dados foram analisados através da regressão linear múltipla que é uma técnica estatística para modelar e investigar a relação entre variáveis. Esse estudo encontrou correlação entre os elementos climáticos e internações por doenças circulatórias. A correlação verificada com os elementos climáticos indica que as internações por doenças circulatórias apresentam correlação fraca para as doenças hipertensivas e nula para as doenças isquêmicas em idosos. Sendo a variável temperatura média a que mais influência no comportamento da doença hipertensivas.

**PALAVRAS – CHAVE:** Doenças circulatórias; Regressão Linear Múltipla; Variáveis climáticas.

---

1 Enfermeira, Doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande- PB, Fone: (83) 99311-9891, juliana-mvasconcelos@hotmail.com.

2 Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Depto, de Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Campina Grande-PB, pvieira@dca.ufcg.edu.br.

## **INFLUENCE OF CLIMATE VARIABILITY IN HOSPITAL ADMISSIONS CIRCULATORY DISEASE IN ELDERLY IN THE MUNICIPALITY OF CAMPINA GRANDE-PB**

**ABSTRACT:** Humans because we are in permanent contact with the atmospheric environment suffer physiological variations influenced by climatic variables, becoming victims of the influence that these variables have on the environment. Thus, certain pre-existing conditions are aggravated in addition to favoring the emergence or development of others due to periodic natural variations of climatic elements. Studies have shown that older people are among the most vulnerable to climate variations. the present study aimed to analyze the influence of climate variables in the occurrence of cardiovascular diseases in the elderly in the city of Campina Grande-PB-Brazil, during the period de 2000- 2014, due to the fact that these diseases constitute a major cause of hospital admissions in city of Campina Grande. To investigate the influence of climatic elements in triggering cardiovascular diseases, data were analyzed using multiple linear regression is a statistical technique to model and investigate the relationship between variables. This study found correlation between climatic elements and admissions for circulatory diseases. The correlation observed with climatic elements indicate that hospitalizations for circulatory diseases have low correlation to zero and hypertensive diseases for ischemic diseases in the elderly. Being the variable average temperature at which most influences the behavior of hypertensive disease.

**KEYWORDS:** Circulatory diseases; Multiple Linear Regression; Climatic variables.

### **INTRODUÇÃO**

Os seres humanos por estarem em permanente contato com o ambiente atmosférico sofrem variações fisiológicas influenciadas pelas variáveis climáticas tornando-se vítimas da influência que tais variáveis exercem sobre o ambiente. Desta forma, determinadas doenças pré-existentes são agravadas além de favorecendo o surgimento ou desenvolvimento de outras devido às variações naturais periódicas dos elementos climáticos. O clima e os diferentes tipos de tempo (ondas de calor, períodos de estiagem, variações súbitas de temperaturas) são entendidos como um fator ambiental que influencia no organismo humano, não como um caráter determinista, mas como um elemento que pode

contribuir de maneira maléfica para a saúde humana (MURARA; AMORIM, 2010).

Variáveis climáticas, tais como: precipitação, umidade, temperatura, podem afetar a saúde humana de forma direta (sensação de conforto, morbidade por doenças sistêmicas, mortalidade) e indireta (doenças infecciosas transportadas por vetores (PITTON; DOMINGOS, 2004).

As mudanças que ocorrem com as variáveis climáticas não influenciam somente o microclima dessas regiões podendo também ocasionar variações fisiológicas consideráveis no que diz respeito às doenças relacionadas com as variáveis climatológicas, agravando algumas doenças pré-existentes e favorecendo o aparecimento de outras, tornando-se um problema de saúde pública (SILVA; PEREIRA; DANTAS, 2013).

Extremos climáticos afetam diretamente a saúde humana. Temperaturas baixas podem causar queda na imunidade do organismo, agravar males como artrites, sinusites, além de predispor o aumento do número de casos por doenças respiratórias. As altas temperaturas por sua vez, provocam a incidência de choques térmicos, exaustão e câibras pelo calor. As doenças circulatórias também são influenciadas pelos elementos climáticos, dentre eles, as amplitudes térmicas, que contribuem para a vasodilatação e vasoconstrição do sistema circulatório. Diversas pesquisas (PITTON; DOMINGOS, 2004; MURARA; AMORIM, 2010; SOUZA; SOUZA; SILVA, 2011; PEREIRA, 2012).

Dentro de sociedades de hoje a estrutura da população está mudando à medida que a proporção de idosos aumenta devido ao aumento da longevidade, resultando em uma maior prevalência de doenças crônicas e degenerativas. Sendo as doenças do aparelho circulatório o principal grupo de causas morte no Brasil desde 1970 (BRASIL, 2008). Estudos têm demonstrado que as populações idosas estão entre os mais vulneráveis às variações climáticas (ABRAHAMSON, 2009; HAJAT; O'CONNOR; KOSATSKY, 2010).

As doenças circulatórias ocupam o terceiro lugar relação ao número de internações hospitalares, no município de Campina Grande. Em idosos representam a principal causa de internações no município de Campina Grande (DATASUS, 2014).

Considerando o exposto, o presente trabalho objetivou analisar a influência da variabilidade climática nas internações hospitalares por doenças circulatórias em idosos no município de Campina Grande-PB, durante o período de 2000 a 2014, buscando relacionar as respostas fisiológicas do organismo humano à variabilidade das condições climáticas.

## METODOLOGIA

Para investigar a influência dos elementos climáticos no desencadeamento de doenças circulatórias, a presente pesquisa buscou relacionar tais elementos climáticos com a ocorrência de tais enfermidades. A partir dos dados meteorológicos e da saúde iniciou-se a análise estatística

Para isto, foram utilizados os totais mensais dos registros de precipitação pluviométrica, e as médias mensais da temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica. Os dados meteorológicos foram coletados na estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizado na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) CNPA (Centro Nacional de Pesquisa Algodoeira).

Os dados epidemiológicos foram coletados no site do DATASUS, sendo necessária a tabulação e sistematização dos mesmos, com o auxílio do EXCEL. Após conversão através do software TabWin32.

O período de análise dessa pesquisa foi de janeiro de 2000 a dezembro de 2014. O SIH/SUS utiliza a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID 10). Dentre as doenças do aparelho circulatório, foram escolhidos os grupos de doenças que apresentam maior incidência no município, tais como: Doenças Hipertensivas (DH), Doenças isquêmicas do coração (DESC) e insuficiência cardíaca (IC). Os dados foram analisados através da regressão linear múltipla que é uma técnica estatística para modelar e investigar a relação entre variáveis.

Para avaliar a influência das variáveis meteorológicas na explicação do comportamento dos grupos das doenças circulatórias foi aplicada a análise estatística por Regressão Linear Múltipla (RLM).

O objetivo da análise de Regressão Linear Múltipla é determinar a força de cada uma das variáveis independentes que, em conjunto, melhor explicam o comportamento da variável dependente. No nosso estudo prevermos as mudanças das variáveis dependentes: Doenças Hipertensivas (DH), Doenças Isquêmicas do coração (DISC).

No estudo foram obtidos modelos matemáticos através da análise estatística da Regressão Linear múltipla, para conhecer quanto e se as variáveis meteorológicas: temperatura (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica influenciam no número de internações dos grupos de doenças circulatórias Doenças Hipertensivas (DH) e Doenças Isquêmicas do coração (DISC).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o levantamento realizado no DATASUS (2014), durante o período de janeiro de 2000 dezembro de 2014 foram registradas 171.110 internações no município de Campina Grande-PB. Destes o número de internações por doenças circulatórias foi de 685 registros.

### Influência das variáveis meteorológicas nas doenças hipertensivas (DH)

Na Tabela 1 apresenta os resultados da análise de variância, ANOVA, para a resposta da variável dependente, Doenças Hipertensivas, mostrando através do valor do  $F_{\text{calculado}}$  que o modelo é estatisticamente significativo, pois o valor do  $F_{\text{calculado}}$  é maior que o  $F_{\text{tabelado}}$ . Por outro lado, também foi avaliado o nível de significância “*valor-p*”, o qual apresentou um valor menor que 0,05 o que indica efeitos estatisticamente significativos, ou seja, há uma probabilidade de acerto de 95% em admitir que estas variáveis meteorológicas estejam influenciando na variável dependente.

Tabela 1- Análise de variância para avaliação das Doenças Hipertensivas (DH)

<i>Fonte</i>	<i>de</i>						
<i>Variação</i>	<i>SQ</i>	<i>GL</i>	<i>MQ</i>	<i>F<sub>cal</sub></i>	<i>F<sub>tab</sub></i>	<i>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></i>	<i>valor-p</i>
Regressão	6789,26	5	1357,85	4,45	2,21	2,01	<b>0,00</b>
Resíduo	38372,70	126	304,54				
Total	45161,96	131					

$$F_{\text{tab}} = F_{5, 126} = 2,21$$

Os resultados dos testes da análise de Regressão Linear Múltipla apresentados na Tabela 2 mostram o quanto as variáveis meteorológicas explicam o comportamento das doenças Hipertensiva (DH) em idosos. Estes resultados indicam que as variáveis analisadas juntas explicam 11% ( $R^2 \text{ adj} = 0,11$ ), do comportamento total mensal das internações das doenças hipertensiva em idosos, mostrando uma correlação fraca. Conforme os resultados da coluna dos coeficientes da Tabela 2, permitiu-se escrever a equação 1 que representa o modelo matemático empírico das Doenças Hipertensivas (DH) estabelecido pelas as variáveis independentes, onde os coeficientes em negrito são os efeitos estatisticamente significativos ao nível de 95% de confiança, pois os valores-p são inferiores a

0,05, podendo assegurar que o modelo da regressão (Equação 1) é útil para prever os valores dos números das internações das Doenças Hipertensivas (DH).

Tabela 2-Sumário do Modelo Regressão múltipla (Variável dependente: DH)

<i>Estimados</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>R<sup>2</sup> adj</i>
Intercepto	142,52	59,05	2,41	0,0172	38%	15%	11%
T <sub>med</sub>	11,47	4,79	2,39	0,0182			
T <sub>max</sub>	-7,58	2,53	-2,99	0,0033			
T <sub>min</sub>	-1,82	3,60	-0,50	0,6142			
UR	-1,29	0,47	-2,70	0,0078			
Pp	-0,05	0,03	-1,45	0,1490			

$$DH = 142,52 + 11,47T_{med} - 7,58T_{max} - 1,82T_{min} - 1,29UR - 0,05 Pp - \text{Equação (1)}$$

A coluna Stat t, Tabela 2, os valores observados das estatísticas dos testes de t-Student aplicados aos coeficientes de regressão, que tem como finalidade testar a significância dos parâmetros estimados do modelo. Com um nível de confiança de 95%, as variáveis Temperatura mínima (Tmin), Temperatura média (Tmed), Temperatura máxima (Tmax), Umidade Relativa do Ar (UR) e Precipitação pluvial (Pp) são estatisticamente significativos, sendo a Temperatura média(Tmed) aquela que apresenta maior contribuição individual (2,39).

### **Influência das variáveis meteorológicas nas doenças isquêmicas do coração (DISC)**

Na Tabela 3 estão ilustrados os resultados da análise de variância, ANOVA, para a resposta da variável dependente, Doenças Isquêmicas do Coração em idosos, mostrando através do valor do  $F_{calculado}$  que o modelo não é estatisticamente significativo, pois o valor do  $F_{calculado}$  é menor que o  $F_{tabelado}$ . Por outro lado, também foi avaliado o nível de significância “*valor-p*”, no qual apresentou um valor maior que 0,05 indicando que não há efeitos estatisticamente significativos.

Tabela 3- ANOVA para avaliação Doenças Isquêmicas do Coração(DISC)

<i>Fonte</i>	<i>de</i>						
<i>Variacão</i>	<i>SQ</i>	<i>GL</i>	<i>MQ</i>	<i>F<sub>cal</sub></i>	<i>F<sub>tab</sub></i>	<i>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></i>	<i>valor-p</i>
Regressão	580,34	5	116,06	1,058	2,21	0,47	<b>0,38</b>
Resíduo	13812,29	126	109,62				
Total	14392,63	131					

$F_{5, 126} = 2, 21$

Os resultados dos testes da análise de Regressão Linear Múltipla apresentados na Tabela 4 mostram o quanto as variáveis meteorológicas explicam o comportamento das doenças Isquêmicas do Coração(DISC) em idosos. Estes resultados indicam que as variáveis analisadas juntas explicam 0,2% ( $R^2$  adj= 0,002), do comportamento total mensal das internações das doenças hipertensiva em idosos, indica que não existe uma correlação, ou seja, sendo classificada como nula.

Tabela 4- Sumário do Modelo Regressão múltipla (Variável dependente: DISC)

<i>Estimados</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>R<sup>2</sup> adj</i>
Intercepto	43,77	35,43	2,41	0,21	20%	4%	0,2%
T <sub>med</sub>	-2,86	2,87	2,39	0,32			
T <sub>max</sub>	1,50	1,52	-2,99	0,32			
T <sub>min</sub>	1,71	2,16	-0,50	0,42			
UR	-0,20	0,28	-2,70	0,47			
Pp	0,006	0,02	-1,45	0,75			

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O clima entre outros fatores podem ser um elemento desencadeador de morbidades através de seus atributos (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) que interfere no bem estar das pessoas. No entanto, não se pode colocar o clima como o único responsável pelo desencadeamento de enfermidades. Tal situação quando somada a outros fatores de risco tais como, estilo de vida, hábitos alimentares, doenças

pré-existentes podem contribuir para o agravamento das mesmas e favorecer o aparecimento de outras.

Com base nos resultados obtidos através das análises estatísticas, pode-se concluir que:

1) Os elementos climáticos juntos explicam: 11% das internações por doenças hipertensivas em idosos, apresentando uma correlação fraca. Por outro lado, para as doenças isquêmicas do coração em pacientes idoso, os elementos climáticos não apresentam correlação, sendo nula;

2) O modelo matemático para doenças hipertensivas obtido através da regressão linear múltipla é apenas estatisticamente significativa, porém não útil para fins preditivos, devido o valor da razão entre o  $F_{\text{calculado}}$  e o  $F_{\text{tabelado}}$  ser menor que 4.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAMSON, V.; WOLF, J.; LORENZONI, I.; FENN, B.; KOVATS, S.; WILKINSON, P.; ADGER, W. N.; RAINE, R. Perceptions os heatwave risks to health: interview-based study of older people in London and Norwich, UK. **Journal of Public Health**, v. 31, n. 1, p. 119–126, 2009. Disponível em: < [http://jpubhealth.Oxfordjournals.Org/content/31/1/119, full. pdf+html](http://jpubhealth.Oxfordjournals.Org/content/31/1/119.full.pdf+html). Acesso em: 12 abr. 2014.

DATASUS. **Morbimortalidade geral**. Disponível em: < <http://tabnet.datasus.gov.br>> Acesso em: 20 mar. 2014.

HAJAT, S.; O'CONNOR, M.; KOSATSKY, T. Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection. London, **The Lancet**, v. 375 p. 856–863, 2010.

MURARA P.G.; AMORIM, M.C. DE C. T. Clima e saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças respiratórias. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.6, p. 79-92. 2010.

PEREIRA, M.G. **Epidemiologia teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 598 p.

PITTON, S. E. C.; DOMINGOS, A. E. **Tempo e doenças**: efeitos dos parâmetros climáticos nas crises hipertensivas nos moradores de Santa Gertrudes- SP. Estudos Geográficos. Rio Claro 2 (1) 2004. Disponível em: < [www. Rc. Unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm](http://www.Rc.Unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm)>. Acesso em: 10 mar. 2014.

SILVA, P.M. de F.; PEREIRA, H. dos S.; DANTAS, R.T. Infarto Agudo do Miocárdio: Influência e Correlação de Variáveis Meteorológicas. In: **Saúde Ambiental**: um olhar reflexivo. Epgraf: Campina Grande, 2013.

SOUZA, V. C. de; SOUZA, E. P. de; SILVA, S. S. F. da. Hipertensão arterial - uma visão sazonal do Programa Saúde da Família no Município de Areia – PB. **Revista de Saúde Pública de Santa Catarina**, v. 4, p. 8-20, 2011.



# O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BARAÚNA NO SERIDÓ ORIENTAL PARAIBANO

José das Vitórias dos Santos<sup>1</sup>

**RESUMO:** A área caracterizada como objeto de estudo apresenta um quadro natural formado por vegetação de Caatinga, no semiárido do Seridó Oriental paraibano, mais precisamente no município de Baraúna - PB. A Caatinga é um ecossistema típico do sertão do nordeste brasileiro, distribui-se geralmente em uma região de clima semiárido com presença de solos litólicos e rasos, com elevadas temperaturas durante todo o ano e uma distribuição irregular das chuvas. O presente trabalho tem como principal objetivo conhecer os motivos que levam o município a figurar entre aqueles que estão em estágio mais avançado no processo de desertificação. A degradação das zonas semiáridas, são resultantes de fatores diversos. como variações climáticas esta porém de ordem natural e das atividades humanas inadvertidas cuja persistência acabam por causar a redução da cobertura vegetal. De fato o município apresenta números que relatam a queda de produtividade do solo e o mais preocupante é que a população em sua grande maioria relata pouco conhecimento do tema e da atual situação de degradação que se encontra o município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meio ambiente; Degradação; Conscientização.

---

<sup>1</sup> Geógrafo, pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, especialista em Gestão e Análise Ambiental, pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, fone: (83) 98714-7840, neguinhokaic@gmail.com.

**ABSTRACT:** The area characterized as an object of study presents a framework formed

by natural vegetation of Caatinga, the semi-arid Eastern Seridó Paraíba, more precisely in the municipality of Baraúna - PB. The Caatinga is a typical ecosystem of the Brazilian Northeast hinterland, generally distributes up in a semi-arid climate region with presence of litholic soils and shallow, with high temperatures all year round and an uneven distribution of rainfall. This study aims to know the reasons why the municipality to be among those who are at a more advanced stage in the process of desertification. The degradation of semi-arid areas, are the result of several factors. as climatic variations but this natural order and human inadvertent activities whose persistence ultimately cause a reduction in vegetation cover. In fact the city has numbers that relate to soil productivity loss and the most worrying is that the population mostly reported little knowledge of the subject and the current situation of degradation which is the municipality.

**KEYWORDS:** Environment; Degradation; Awareness.

## **INTRODUÇÃO**

A desertificação não é um tema novo, nem exclusivo de algumas regiões do planeta, pelo contrário, é evidenciado em praticamente todos os continentes do mundo atingindo em torno de 15% da superfície do planeta e estando presente em mais de 110 países afetando a vida de mais de 250 milhões de pessoas de acordo com o Worldwatch Institute. Para muitos o problema parece estar distante, mas está bem mais próximo do que boa parte dos brasileiros imaginam ou gostaria que estivesse.

A desertificação é caracterizada como o processo de degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes das atividades humanas ou de fatores naturais (variações climáticas). Esse conceito foi elaborado durante a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação. No processo de desertificação a vegetação se reduz ou acaba totalmente, o solo perde suas propriedades, tornando-se infértil (perda da capacidade produtiva).

É bem verdade que este fenômeno não tem tido tanto espaço na mídia como: o aquecimento global ou estiagem prolongada que sofre algumas regiões do Brasil com destaque especial dado nos telejornais a redução dos índices pluviométricos da região sudeste, dando a impressão muitas vezes que a única região a sofrer com tal situação hídrica.

As recentes alterações climáticas e a diminuição dos índices pluviométricos em todo o país e em especial no semiárido nordestino e expôs de forma mais impactantes seus efeitos e consequências.

Quatro anos de estiagem, por si só, já trariam consequências assustadoras para qualquer região brasileira, mas para o semiárido nordestino essas consequências são devastadoras e vão ocasionar problemas de ordem política, social, econômica.

A região do Seridó Oriental paraibano mais especificamente o município de Baraúna – PB é o foco principal deste estudo, onde pesquisas recentes apontam a região com o processo de desertificação mais acentuado do estado da Paraíba, fato pouco noticiado e que aparentemente não tem despertado maiores preocupações à sua população e tão pouco as autoridades que até o presente momento não tem adotado medidas para solucionar o problema.

## **DESERTIFICAÇÃO NO MUNDO**

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), 6 milhões de hectares de terras (ou 60 mil km<sup>2</sup>, área que equivale a duas vezes a da Bélgica) se tornam improdutivos e caminham para se transformar em deserto. Por isso, já existe consenso em nível internacional de que esse é o maior problema econômico, social e ambiental em várias regiões do mundo esse processo, tem gerado perdas anuais significativas que giram em torno de 24 bilhões de toneladas da camada arável, o que influi direta e negativamente na produção agrícola e no desenvolvimento sustentável.

As regiões mais atingidas pela desertificação são: o Oeste da América do Sul, o Nordeste do Brasil, o Norte e Sul da África, o Oriente Médio, a Ásia Central, o Noroeste da China, a Austrália e o Sudoeste dos Estados Unidos.

A desertificação agrava o desequilíbrio regional. Nas regiões mais pobres do planeta, existe uma grande lacuna a ser preenchida quanto ao desenvolvimento econômico e social entre as áreas susceptíveis ou em processo de desertificação e as áreas mais desenvolvidas.

Durante a Eco-92 (conferência sobre meio ambiente que a ONU realizou no Rio de Janeiro), acertou-se que os países fariam uma convenção internacional sobre desertificação. Um dos nós do acordo é a discussão em torno de recursos financeiros. Os países pobres querem novos financiamentos para enfrentarem a degradação de suas terras e os países ricos não concordam.

O mundo ainda não direcionou para este fenômeno a atenção que a criticidade do problema requer, o assunto aos olhos da maioria, parece muitas vezes distante e que não irá nos afetar diretamente, ou que não nos trará alguma dificuldade, pelo menos, em um espaço curto de tempo, a expectativa é que a ciência no momento “certo” encontrará uma solução e resolverá positivamente a situação.

## **DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL**

No Brasil, os números são alarmantes. As áreas suscetíveis à desertificação (ASD) no país estão localizadas no nordeste e em uma pequena parte do sudeste, onde se encontram espaços climaticamente caracterizados como semiáridos e subúmidos secos. Essas áreas se espalham por 1.201 municípios dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (Tabela 1).

Mas como se a situação com as (ASD) já não fosse de tirar o sono, dentro dessas áreas existem outras em que a situação mais grave e requer atenção mais urgente e direcionada. São os chamados núcleos de desertificação, onde o processo está bem mais adiantado. Os estudos apontam quatro locais no Brasil classificados como tal: Seridó, no Rio Grande do Norte, na divisa com a Paraíba, com 2,3 mil km<sup>2</sup>, Irauçuba, no Ceará, com 4 mil km<sup>2</sup>, Gilbués, no Piauí, com 6,1 mil km<sup>2</sup>, e Cabrobó, em Pernambuco, com 5,9 mil km<sup>2</sup>. Segundo José Roberto Lima, coordenador do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), há outros que caminham para o mesmo destino, por exemplo no Cariri da Paraíba, no sertão da Bahia e em Canindé, no Ceará.

Tabela 1- Número de municípios das áreas Susceptíveis a Desertificação, por Estado

NÚMERO DE MUNICÍPIOS DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A DESERTIFICAÇÃO – ASD				
ESTADO	ÁREAS SEMI-ÁRI- DAS	AREAS SU- BÚMIDAS SECAS	ÁREAS DO ENTORNO	TOTAL DAS ASD
Maranhão	-	01	26	27
Piauí	96	48	71	215
Ceará	105	41	38	184
Rio Grande do Norte	143	12	03	158
Paraíba	150	47	11	208
Pernambuco	90	39	06	135
Alagoas	33	13	07	53
Sergipe	06	28	14	48
Bahia	159	107	23	289
Minas Gerais	22	61	59	142
Espirito Santo	-	-	23	23
<b>TOTAL</b>	<b>804</b>	<b>397</b>	<b>281</b>	<b>1.482</b>

Fonte: PAN-Brasil (2004)

A Bahia, o Piauí e a Paraíba apresentam respectivamente os quadros mais preocupantes, sendo os estados com números totais mais elevados e ultrapassando a barreira dos 200 municípios liderando esse ranking negativo do processo de desertificação (Tabela 1).

A Tabela 1 mostra que 208 dos 223 municípios paraibanos estão suscetíveis a desertificação e o processo avança a cada dia. Um levantamento feito pela Sudema da qual, revela que pelo menos 68% das matas paraibanas sofreram alguma interferência do homem e estão com sua fauna e flora comprometida afetando diretamente mais de 1 milhão de paraibanos.

As regiões com maior grau de ocorrência de desertificação apontadas no documento são o Seridó oriental e ocidental. Embora grande parte da população nordestina não tenha o real conhecimento da situação o processo de desertificação é algo sério e que assusta. Os especialistas são unânimes em afirmar que se nada for feito e se o estado atual de

degradação ambiental continuar é provável que em aproximadamente um século, o Semi-árido paraibano evoluirá para árido. Correndo o risco de desaparecer e se transformar de vez em deserto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Microrregião do Seridó Oriental a qual está inserido o município de Baraúna – PB e onde estão concentrados os municípios com os maiores índices no avanço da desertificação, fica compreendida na Mesorregião da Borborema, entre o Sertão e o Agreste (Figura 1). Embora seja uma das regiões mais antigas do Estado, em termos de povoamento, o Seridó apresenta os mais baixos índices de densidade demográfica do Estado. O Seridó abrange a maior parte do Estado do Rio Grande do Norte e uma pequena porção do Estado da Paraíba. Esta região caracteriza-se por apresentar uma vegetação baixa, muito espaçada e um solo raso, arenoso e seco, apresentado ainda afloramentos graníticos. Essas características tornam-se determinantes para aumentar a fragilidade do ambiente, favorecendo a instalação de processos de degradação ambiental.

Figura 1- Localização do município de Baraúna, Paraíba



Fonte: IBGE (2010)

O Município de Baraúna, está situado na microrregião acima citada, estando a 230

Km de distância da Capital João Pessoa e fazendo divisa de território com os municípios de Cuité, Picuí, Pedra Lavrada e Sossego.

Sua área territorial é de 50,577 quilômetros quadrados, e a população, segundo dados do IBGE 2010, é de 4.222 pessoas. Dentre esse total, 3.189 moram em zona urbana, e os 1.033 remanescentes vivem na zona rural.

Recentemente pesquisas mostraram dados preocupantes sobre a atual situação do processo de desertificação nos municípios paraibanos, o município de Baraúna-PB juntamente com os municípios de: Frei Martinho, Picuí, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Cubati, Seridó, Juazeirinho e Tenório ambos localizados na microrregião do Seridó Oriental paraibano são apontados entre os que estão em situação mais delicada.

É possível que exista alguma ligação entre as possíveis causas da desertificação nestes municípios, como também, suas peculiaridades o fato é que o município de Baraúna-PB enfrenta um problema sério, histórico, lento, silencioso, mas de consequências econômicas e sociais muito serias.

O município de Baraúna tem fortes tradições agropecuárias, sendo durante muito tempo a principal atividade econômica, hoje superada de longe pelos serviços que representa mais de 80% enquanto o setor responde agora por apenas 6% da estrutura econômica segundo dados do IBGE (censo 2010).

O Quadro 1 demonstram apenas os produtos com maior destaque na produção municipal, onde se observa uma queda acentuada em todos os itens tanto com relação à área plantada, quantidade produzida e o rendimento médio dos cereais. É bem verdade que não se pode atribuir a queda da produção apenas ao processo de empobrecimento das áreas agrícolas, outras questões também devem ser levadas em consideração tais como: regime pluviométrico e preço do produto esse último muitas vezes determina o aumento ou a diminuição da área plantada. Mas a queda da produtividade do solo é algo sentido há muito tempo pelos agricultores do município, o que é obvio requer um estudo mais detalhado.

Quadro 1- Produção agrícola do município de Baraúna – PB

<b>Cultura</b>	<b>2007/quantidade</b>	<b>2011/quantidade</b>
Feijão em grão – área plantada	1.950 hectares	770 hectares
Feijão em grão – quant. Produzida	1.370 toneladas	168 toneladas
Feijão em grão – rendimento médio	702 kg por hectare	218 kg por hectare
Milho em grão – área plantada	700 hectares	300 hectares
Milho em grão – quant. Produzida	560 toneladas	72 toneladas
Milho em grão – rendimento médio	800 kg por hectare	240 kg por hectare

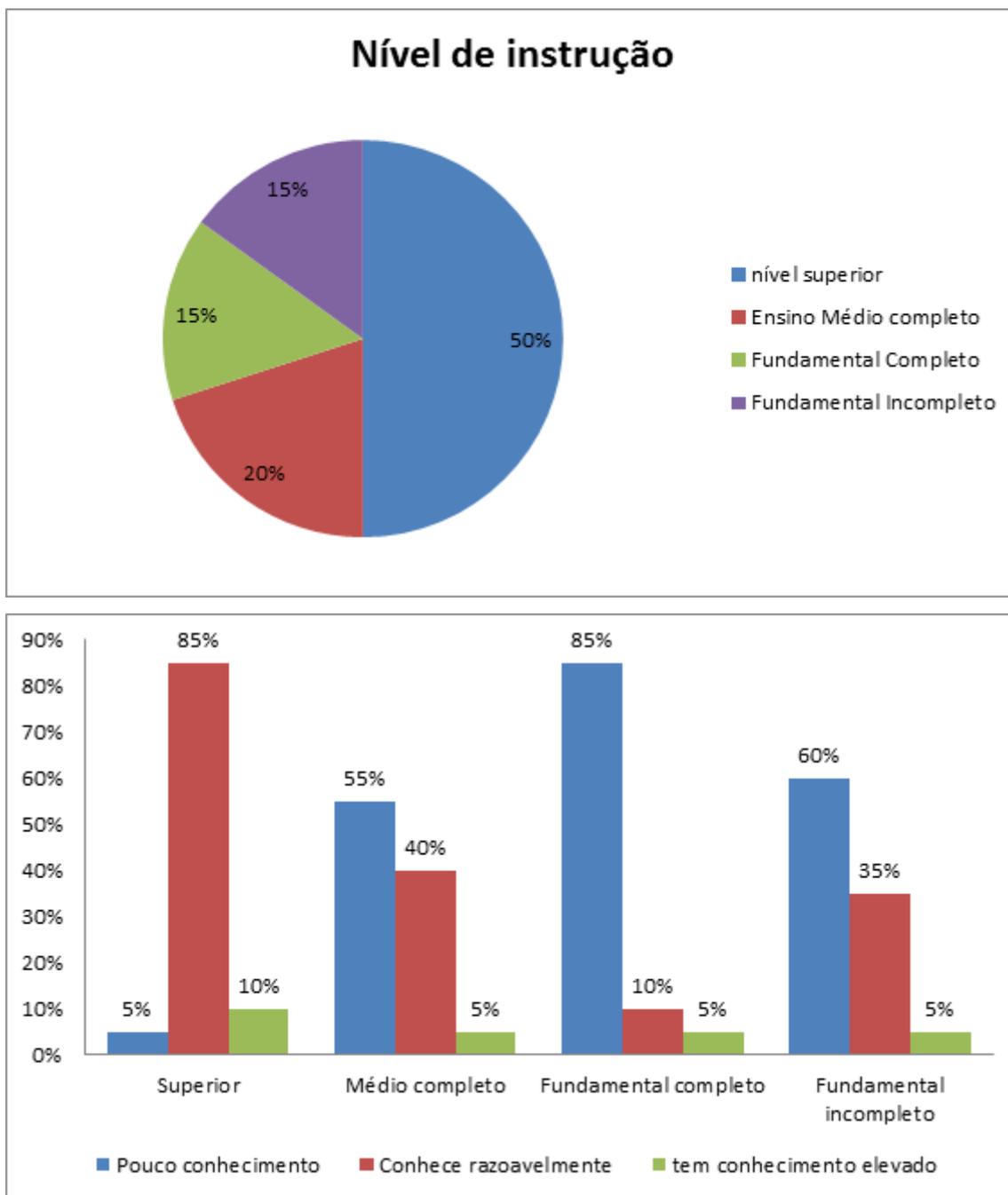
Fonte: Secretaria Municipal de Agricultura

Todos os produtores do município cultivam o solo da mesma maneira que lhes foi ensinadas por seus pais, avós e bisavós, ou seja, de forma extensiva. Sendo comum ouvir dos produtores a frase “a terra está ficando cansados” os mesmos não sabem ou se quer imaginam que as suas terras estão perdendo nutrientes e que fatalmente entraram em processo de desertificação.

A palavra desertificação não é estranha aos produtores, os mesmos afirmam que conhecem a expressão, mas na sua maioria os mesmos não conhecem suas causas e consequências e não acreditam que o fenômeno irá atingir suas propriedades.

Para tentar compreender o nível de conhecimento das pessoas com relação assunto foi aplicado um questionário com três perguntas a pessoas com nível de instrução bem diferenciadas. As perguntas foram: você tem conhecimento do processo de desertificação; qual o seu conhecimento com relação ao assunto e em relação a desertificação do município de Baraúna – PB como você acha que está o processo de desertificação.

Gráfico 1– Nível de instrução dos entrevistados



Em sumo os dados do gráfico 1 são muito preocupantes, pois mostra que a população não conhece bem o que está acontecendo ao seu redor, nem entre os de nível superior os números são satisfatórios, com relação aos entrevistados no tocante ao processo de desertificação apenas 10% dos entrevistados acham que a desertificação já se encontra em processo avançado.

No passado, o município já produziu muito algodão, sisal, mamona e mandioca na atualidade e em períodos chuvosos a produção restringe-se praticamente as culturas do

milho e do feijão e a criação extensiva de gado bovino, não havendo mais um revezamento das culturas. A prática deixou o solo exposto e intensificou o processo de degradação ambiental. A criação de animais na região de forma extensiva veio a agravar ainda mais a situação de degradação que com a presença dos rebanhos deixou o solo ainda mais frágil.

Nos últimos anos a estiagem tem feito com todas essas práticas acima citadas tenham diminuído de forma muito rápida e gradativa e deixando mais evidente a venda de lenha para alimentar os fornos das cerâmicas da região, sendo comum encontrar nas rodovias vários caminhões fazendo o transporte de cargas de lenha contribuindo ainda mais para o aceleração do processo de desertificação do solo do município de Baraúna – PB.

## **CONCLUSÃO**

A interpretação está ainda no nível elementar pois a paisagem contida no cenário referente ao Município de Baraúna, apesar de ser considerado pelo MMA como sendo um Núcleo de Desertificação, apresenta poucos dados para uma interpretação mais conclusiva.

Entretanto a pesquisa foi mais direcionada para a queda de produtividade, nível de conhecimento e informação sobre o tema abordado.

Os números deixam bem claro a queda de produtividade, mas o que mais impressiona é a falta de conhecimento da população que relata ter conhecimento sobre o assunto, que tem pouco conhecimento sobre ele, mas o mais impactante é que apesar dos fatos estarem acontecendo praticamente no quintal de suas casas, os mesmos ainda não atentaram para a atuação e gravidade do fenômeno que se aproxima de forma silenciosa, é verdade mas já começa a deixar bem visível suas ações temerosas, embora que aos olhos da grande maioria parece estar invisível.

A este quadro inserimos o poder público municipal, que até o presente momento, parece não ter percebido o problema ou não de dado conta de sua gravidade, pois em 2013 extinguiu a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, ficando hoje essa responsabilidade com a Secretaria de Agricultura e que parece não dispõe quadro técnico ou informações acerca da situação. Onde a mesma não dispõe de nenhuma ação para conter o problema ou iniciar um processo de conscientização da população.

## **REFERÊNCIAS**

**BRASIL. Programa de ação nacional de combate à desertificação em mitigação dos efeitos da seca (PAN-Brasil).** Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.

FARIA, Caroline. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/desertificacao/>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/>>. Acesso: em 23 nov. 2015.

REVISTA PLANETA. Disponível em: <<http://www.revistaplaneta.com.br/o-avanco-implacavel-da-desertificacao/>>. Acesso em: 19 nov. 2015.



# OTIMIZAÇÃO E USO DO ULTRASSOM PARA SÍNTESE DE BIODIESEL DE MAMONA

Ramon Freire da Silva<sup>1</sup>, José Celson Braga Fernandes<sup>2</sup> e José Germano Verás Neto<sup>3</sup>

**RESUMO:** O biodiesel é uma alternativa para produção de combustível renovável na matriz energética nacional, tem origem em grãos oleaginosos como a mamona, cujo é cultivado por agricultores familiares no semiárido nordestino. Com o trabalho objetivou-se otimizar via etílica, catálise básica, utilizando sistema de ultrassom a síntese de biodiesel de mamona. A otimização ocorreu por meio do delineamento composto central rotacional (DCCR) 2<sup>3</sup>. As variáveis independentes selecionadas foram: teor de catalizador, tempo de reação e razão álcool/óleo. O sistema de ultrassom é viável para síntese de biodiesel de mamona, por permitir sintetizar biodiesel em menor tempo de reação sem comprometer o rendimento mássico. A melhor condição experimental avaliada pelo modelo foi catalisador 0,25%, tempo de reação 47,7 minutos e razão álcool/óleo 15,18:1. Nessas condições experimentais o rendimento máximo obtido no trabalho foi 87,78%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia renovável; Semiárido; Oleaginosa; Delineamento.

---

1 Engo. Agrônomo, Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB/EMBRAPA ALGODÃO, Campina Grande – PB, Fone: (083) 996136988, ramonsilvagro@gmail.com.

2 Engo. Agrônomo, Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB/EMBRAPA ALGODÃO, Campina Grande – PB, Fone: (083) 996243911, celsonbraga@yahoo.com.

3 Químo. Industrial, Profo. Permanente, Depto. de Química, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Campina Grande – PB, Fone: 991044754, germano.veras@pq.cnpq.br.

## OPTIMIZATION AND USE OF ULTRASOUND FOR CASTOR OIL BIODIESEL SYNTHESIS

**ABSTRACT:** Biodiesel is an alternative to renewable fuel production in the national energy matrix comes from oilseeds such as castor beans, which are grown by farmers in semi-arid northeast. With the work aimed to optimize via ethyl, basic catalysis using ultrasound system castor bean biodiesel synthesis. The optimization occurred through a central composite design (CCD)  $2^3$ . The independent variables were: catalyst content, reaction time and ratio alcohol / oil. The ultrasound system is feasible for Castor biodiesel synthesis, for allowing synthesize biodiesel in shorter reaction mass without compromising performance. The best experimental condition evaluated by the model was 0,25% catalyst, reaction time, 47,7 minutes, ratio alcohol / oil 15,18: 1. In these experimental conditions the maximum yield obtained in the study was 87,78%.

**KEYWORDS:** Renewable energy; Semi-arid; Oilseed; Designer.

### INTRODUÇÃO

Energias renováveis independem de origem fóssil e são alternativas para a matriz energética mundial. No Brasil, segundo o Balanço Energético Nacional elaborado pelo Ministério de Minas e Energia e a Empresa de Pesquisa Energética (2013), direciona a um consumo 42,4% originário de fontes renováveis. Dentre esses, derivados de cana de açúcar 15,4%, hidráulica e eletricidade 13,8%, lenha e carvão vegetal 9,1%, lixo e outras fontes renováveis 4,1% (LIMA et al., 2015). Na produção de combustíveis renováveis destacam-se etanol, biogás e biodiesel (SOUZA et al., 2010; LIMA et al., 2015).

O biodiesel apresenta-se no cenário mundial atual como real alternativa aos combustíveis fósseis. Ele destaca-se por ser produzido a partir de fontes renováveis, biodegradável, ausente de enxofre e compostos aromáticos e a sua utilização pode reduzir significativamente a emissão de poluentes, sendo um substituto viável ao diesel de petróleo (CHAVALPARIT, 2009).

Os programas de incentivo ao biodiesel no Brasil têm priorizado oleaginosas adaptadas às condições edafoclimáticas regionais, as quais propiciem geração de renda e emprego de mão de obra, promovendo inclusão social e desenvolvimento econômico na cadeia produtiva nacional. Nesse contexto, a mamona apresenta-se como uma importante

matéria prima para produção de biodiesel no semiárido. Os grãos de mamona apresentam teor de óleo variando em 44 a 55% de massa seca dos grãos (PAES et al., 2015). A cultura apresenta grande rusticidade, boa qualidade do óleo, valorização da sua torta para aplicação como fertilizante e o seu manejo é amplamente conhecido pela agricultura familiar (PETROBRAS, 2009).

O processo de produção de biodiesel utilizando ultrassom é uma alternativa ao processo convencional de produção, o qual utiliza-se agitação mecânica. O uso de ultrassom e a otimização de fatores relacionados à síntese de biodiesel contribui para redução de custos de produção, resultando no fortalecimento da cadeia produtiva. Vários trabalhos recentes estão sendo desenvolvidos na área de otimização das condições racionais de produção, utilizando planejamento experimental e metodologia de superfície de resposta com o intuito de determinar as condições favoráveis de operação, objetivando uma maior conversão de ésteres de forma a favorecer uma elevada taxa em rendimento mássico da reação (KIRROLIA et al., 2014; ABDULLA; RAVINDRA, 2015; RESHAD et al., 2015).

Assim sendo, o trabalho objetiva-se analisar a viabilidade do uso de ultrassom e a otimização do biodiesel de mamona, via rota etílica, utilizando delineamento fatorial e metodologia de análise de superfície de resposta.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local do experimento e obtenção do óleo**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Química Analítica e Quimiometria, Complexo Integrado de Pesquisa TRÊS MARIAS, Campina Grande – PB, UEPB. O óleo foi obtido a partir da extração mecânica de grãos de mamona, cultivar BRS Energia, adquirido em campo experimental de consórcio mamona com amendoim no Campus IV Catolé do Rocha-PB – UEPB.

## Cálculo da massa molar dos óleos

A massa molar do óleo de mamona foi calculada baseando-se nas quantidades e tipos de ácidos graxos presentes no óleo de mamona. Utilizando-se a equação (1):

$$MM_{\text{óleo}} = [3\sum(\%_{\text{ac.graxos}})(MM_{\text{ac.graxos}})] + MM_{\text{g}} - 3(MM_{\text{água}}) \quad (1)$$

Onde:

MM<sub>g</sub>: Massa molar do glicerol;

MM<sub>água</sub>: Massa molar das três moléculas de água perdidas na formação dos triacilglicerídios;

%<sub>ac.graxos</sub>: Quantidade de cada ácido graxo presente na molécula;

MM<sub>ac.graxos</sub>: Massa molar de cada ácido graxo (g mol<sup>-1</sup>);

MM óleo: Massa molar do óleo (g mol<sup>-1</sup>).

Segundo Pighinelliet al., (2008), o valor de massa molar do glicerol e das três moléculas de água são 92 g mol<sup>-1</sup> e 54 g mol<sup>-1</sup> respectivamente. Assim sendo, o valor de massa molar do óleo de mamona é 925 g mol<sup>-1</sup>.

## Otimização da síntese do biodiesel

O processo de otimização foi realizado por meio do delineamento composto central rotacional (DCCR) 2<sup>3</sup>, constituindo-se em 8 pontos fatoriais (+1 e -1), 6 pontos axiais (+√2 e -√2), para estimar o erro experimental foram utilizados 5 pontos centrais (0), totalizando 19 experimentos. As variáveis independentes selecionadas foram: concentração de catalisador, tempo de reação e razão álcool/óleo. As variáveis temperatura (40 °C) e velocidade de agitação (indeterminada) foram constantes. A matriz experimental do Delineamento Box Behnken (DBB) com suas respectivas variáveis e níveis estão exibidas na (Tabela 1).

Tabela 1- Níveis da matriz experimental do delineamento composto central rotacional

Variáveis	Níveis				
	$-\sqrt{2}$	-1	0	+1	$+\sqrt{2}$
Catalisador (%)	0,65	0,75	1	1,25	1,35
Tempo de reação (min)	47,7	60	90	120	132,3
Razão álcool/óleo	15,18:1	16:1	18:1	20:1	20,8:1

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificar as significâncias das variáveis independentes do sistema. Posteriormente, através do teste F a 5% de probabilidade, foi avaliada a significância dos coeficientes de regressão, obtendo-se um modelo matemático, estatisticamente válido. Através do modelo matemático, foi plotado o gráfico de superfície de resposta para definir as faixas ótimas operacionais de cada variável. Para as análises estatísticas foi utilizada como ferramenta o software STATISTICA 9.0.

### Extração e Purificação do óleo

O óleo foi extraído mecanicamente em uma prensa hidráulica de 15 toneladas e degomado (separação de óleo da goma), adicionando-se 10% de água deionizada ao óleo puro. O material foi levado à máquina de ultrassom em banho maria à 65 °C durante 30 minutos. Prosseguindo a purificação, o óleo foi transferido para centrifugação por 10 minutos em rotação de 2000 rpm, objetivando-se a sedimentação da fase sólida (goma restante) e separação final do óleo por filtração.

### Rota etílica

A síntese do biodiesel foi realizada em um sistema de refluxo conjugado a um balão de duas vias e acoplado a um sistema de banho de ultrassom com aquecimento e tempo controlado (Figura 1). Foram utilizadas cotas de 50 ml de óleo, etanol a 99 %, hidróxido de potássio como catalisador, temperatura de 40 °C e tempo de reação cronometrado pela máquina ultrassônica -UNIQUE modelo Ultrasoniccleaner.

Figura 1- Sistema de refluxo conjugado a um balão de duas vias e acoplado a um sistema de aquecimento e tempo controlado, utilizando banho de ultrassom



### **Processo de purificação do biodiesel**

Transcorrido o tempo de repouso de 24 horas, iniciou-se a lavagem do biodiesel com água destilada a aproximadamente 80 °C e um pH de 6.5, que tem por finalidade a retirada dos resíduos de glicerina, álcool e catalisador presentes nas amostras. Após o processo de lavagem o biodiesel foi levado à estufa de circulação de ar forçada a 105 °C por 120 minutos para eliminação do excesso de água.

Posteriormente, o biodiesel foi resfriado em um dessecador com sílica, durante 60 minutos para eliminação de resíduos de álcool e água restante presentes na amostra. Após a secagem a massa do biodiesel sintetizado foi quantificada em balança analítica e posteriormente envasada e rotulada.

## **Cálculo do rendimento mássico**

O rendimento mássico foi expresso na equação (2), a qual baseia-se na razão entre a massa final do biodiesel, dividido pela massa do óleo do grão.

$$R (\%) = \frac{M_b}{M_g} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

R: Rendimento mássico do biodiesel (%).

M<sub>b</sub>: Massa do biodiesel transesterificado (g).

M<sub>g</sub>: Massa do óleo (g).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

### **Delineamento Composto Central Rotacional**

No processo de otimização foi elaborado o delineamento composto central rotacional (DCCR) 2<sup>3</sup>, constituindo-se em 8 pontos fatoriais, 6 pontos axiais, para estimar o erro experimental foram utilizados 5 pontos centrais, totalizando 19 experimentos. As variáveis independentes selecionadas foram: concentração de catalisador, tempo de reação e razão álcool/óleo. As variáveis temperatura e velocidade de agitação (indeterminada) foram constantes. Na condução do experimento a ordem de execução foi realizada aleatoriamente por meio de sorteio. A matriz do delineamento composto central rotacional e os resultados de rendimento mássico dos biodieseis estão expostos na (Tabela 2).

Tabela 2- Matriz do delineamento com os resultados em rendimento mássico para o biodiesel de mamona

<b>Ensaio</b>	<b>Catalisador (%)</b>	<b>Tempo de reação (min)</b>	<b>Razão álcool/óleo</b>	<b>Rendimento (%)</b>
1	+	+	+	88,02
2	+	+	-	89,77
3	+	-	+	89,42
4	+	-	-	85,90
5	-	+	+	92,28
6	-	+	-	93,63
7	-	-	+	84,90
8	-	-	-	93,77
9	0	0	0	90,82
10	0	0	0	91,15
11	0	0	0	93,68
12	0	0	0	88,19
13	0	0	0	90,61
14	$+\sqrt{2}$	0	0	87,99
15	$-\sqrt{2}$	0	0	94,70
16	0	$+\sqrt{2}$	0	88,14
17	0	$-\sqrt{2}$	0	89,73
18	0	0	$+\sqrt{2}$	89,37
19	0	0	$-\sqrt{2}$	88,90

Os valores de rendimento mássico foram obtidos por meio da equação (2), com os mesmos, possibilitou-se a observação da inexistências de valores discrepantes *outliers*. O maior valor de rendimento foi obtido no ensaio 15, seguidos pelos ensaios 6, 8 e 11 os quais obtiveram valores de rendimentos próximos entre si. Os rendimentos mais elevados foram obtidos nos valores intermediários de razão molar álcool/óleo de 18:1, para os níveis mais baixos a reação de transesterificação não favoreceu a conversão de ésteres étlicos, influenciando diretamente no rendimento mássico. Efeito semelhante encontrado por Sánchez et al., (2015) onde níveis intermediários de razão álcool/ óleo 24:1 propiciou rendimento máximo de 94,70 %, rendimento este, idêntico ao máximo obtido no trabalho 94,70%.

## Cálculos dos efeitos dos fatores

Com base nos resultados de rendimento mássico (Tabela 2), avaliou-se o efeito das variáveis independentes: concentração de catalizador, tempo de reação e razão álcool/óleo, por meio da análise estatística do teste *t-student*, no intervalo de confiança de 95%. Para os efeitos principais, interações e erro padrão, os valores foram calculados em função do rendimento mássico para o biodiesel de mamona (Tabela 3).

Tabela 3- Cálculo dos efeitos para o rendimento mássico do biodiesel de mamona

Fatores	Coef.	Erro pa- drão	t <sub>cal</sub> (9)	Valor p	- 95 % de Conf.	+ 95% de Conf.
<b>Médias**</b>	90,80	1,01	89,65	0,000	88,51	93,09
<b>Efeitos Principais</b>						
<b>Catalisador (%)**</b>	-3,49	1,37	-2,54	0,031	-6,59	-0,39
<b>Tempo (min)<sup>ns</sup></b>	1,24	1,37	0,90	0,388	-1,85	4,34
<b>Razão<sup>ns</sup></b>	-1,29	1,37	-0,94	0,368	-4,40	1,80
<b>1by2<sup>ns</sup></b>	-1,19	1,67	-0,70	0,495	-4,99	2,60
<b>1by3<sup>ns</sup></b>	2,99	1,67	1,78	0,107	-0,80	6,79
<b>2by3<sup>ns</sup></b>	0,56	1,67	0,33	0,745	-3,23	4,36

\*\* significativo ao intervalo de confiança de 95% por meio do teste *t-student*.

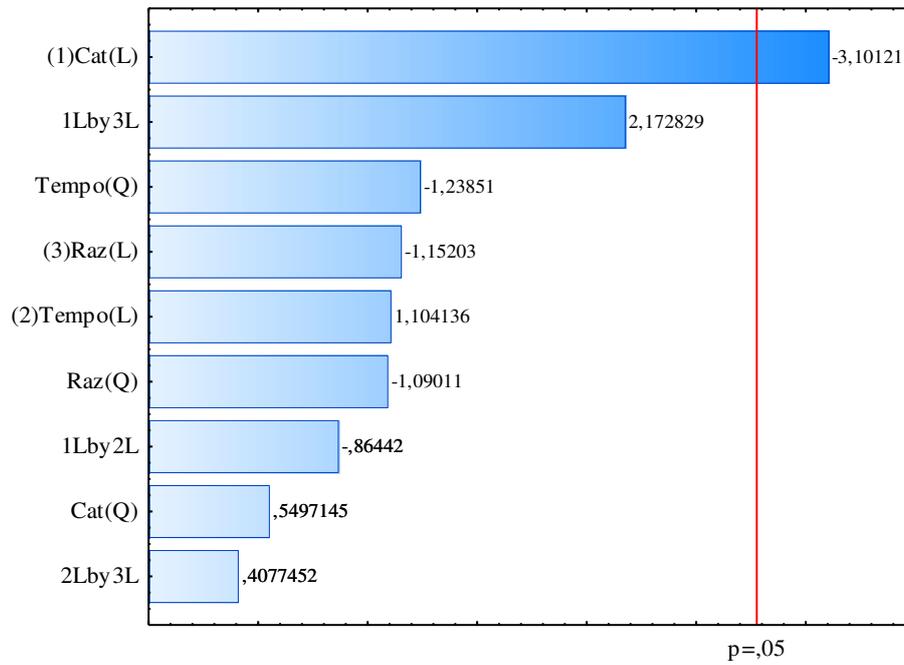
Os cálculos dos efeitos, possibilitam avaliar os efeitos das variáveis independentes e suas respectivas interações. Segundo Costa et al., (2015), o teste de Student é um teste de hipóteses, onde para que os cálculos dos efeitos sejam significativos matematicamente a 95% de probabilidade, necessita-se de o valor p calculado, seja menor que o valor tabelado em módulo. Contudo, observa-se que apenas a variável catalisador foi significativa a 95% de probabilidade.

O diagrama de Pareto (Figura 2), corrobora com os cálculos dos efeitos, a figura mostra o efeito do componente linear da variável independente (catalisador) em função do rendimento mássico no biodiesel de mamona a 95% de probabilidade.

Segundo Cavalcante et al., (2010), a contribuição de cada efeito é indicado pelas barras horizontais e a linha vertical corresponde a  $p = 0,05$ , assim sendo, indica qual a intensidade do efeito para a significância matemática. As variáveis que apresentaram efeitos positivos indicam o aumento de seus níveis ocasionará a elevação do rendimento

em massa, e os valores negativos de forma inversa.

Figura 2- Diagrama de Pareto para o rendimento mássico do biodiesel de mamona



### Coefficientes de regressão

Os coeficientes de regressão (Tabela 4), possibilitaram a construção do modelo matemático que represente o comportamento experimental das variáveis avaliadas.

Tabela 4- Coeficientes de regressão dos fatores e suas interações

Fatores	Coef.	Erro pa- drão	t <sub>cal</sub> (9)	Valor p	-95% de Conf.	+95% de Conf.
<b>Média**</b>	90,80	1,01	89,65	0,000	88,51	93,09
<b>Catalisador (%)**</b>	-1,74	0,68	-2,54	0,031	-3,29	-0,19
<b>Tempo (mim)<sup>ns</sup></b>	0,62	0,68	0,90	0,388	0,92	2,17
<b>Razão<sup>ns</sup></b>	-0,64	0,68	-0,94	0,368	-2,20	0,90
<b>1by2<sup>ns</sup></b>	-0,59	0,83	-0,70	0,495	-2,49	1,30
<b>1by3<sup>ns</sup></b>	1,49	0,83	1,78	0,107	-0,40	3,39
<b>2by3<sup>ns</sup></b>	0,28	0,83	0,33	0,745	-1,61	2,18

\*\* significativo ao intervalo de confiança de 95% por meio do teste *t-student*.

O modelo matemático (3) foi construído utilizando apenas as variáveis significativas a 95% de probabilidade; sua validação foi realizada utilizando análise de variância (ANOVA).

$$Y = -1,74C + 90,80 \quad (3)$$

Onde: Y: Rendimento mássico (%).

C: Catalisador (g).

Objetivando-se validar o modelo construído, os resultados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância (Tabela 5).

## Análise de Variância (ANOVA)

Tabela 5- Análise de Variância (ANOVA)

Fatores	Soma quadrática	Grau de liberdade	Média quadrática	F <sub>cal</sub>	P
<b>Catalisador (%)</b>	36,60**	1	36,60	9,61	0,03
<b>Tempo (min)</b>	4,63 <sup>ns</sup>	1	4,63	1,21	0,33
<b>Razão</b>	5,05 <sup>ns</sup>	1	5,05	1,32	0,31
<b>1by2</b>	2,84 <sup>ns</sup>	1	2,84	0,74	0,43
<b>1by3</b>	17,97 <sup>ns</sup>	1	17,97	4,72	0,09
<b>2by3</b>	0,63 <sup>ns</sup>	1	0,63	0,16	0,70
<b>Falta de ajuste</b>	35,55 <sup>ns</sup>	5	7,11	1,86	0,28
<b>Erro puro</b>	15,22 <sup>ns</sup>	4	3,80		
<b>Soma total</b>	130,12 <sup>ns</sup>	18			

\*\* significativo ao intervalo de confiança de 95% por meio do teste *t-student*.

Por meio dos resultados observados, a variável independente catalisador foi significativa de acordo com o teste F, no limite de confiança de 95%. O coeficiente de determinação obtido para o modelo foi 0,6097, assim sendo, o modelo explica 60,97% da variação no rendimento mássico do biodiesel de mamona. Neto et al., (2015) relatam que o coeficiente de determinação indica a proporção da variabilidade de um conjunto de dados responsável pelo modelo estatístico. A falta de ajuste não foi significativa a 95% de probabilidade, ou seja, o modelo encontra-se ajustado.

### Superfície de Resposta

Os gráficos de superfície de resposta possibilitaram por meio da sua estrutura tridimensional com duas variáveis independentes e a variável dependente, a maximização das condições de reação no processo produtivo de biodiesel de mamona. Para a construção do gráfico de superfície de resposta foi utilizada os coeficientes de regressão (Tabela 5).

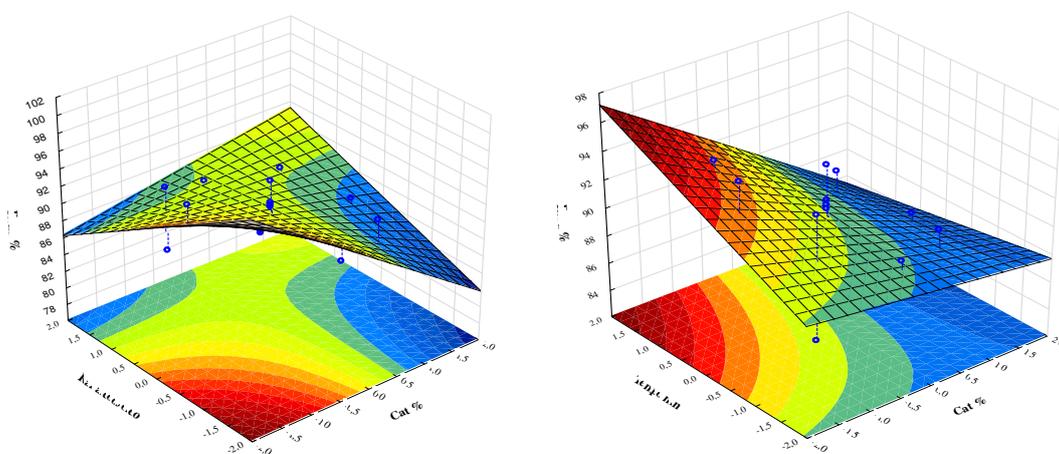
Catalisador/Razão

Catalisador/Tempo

$$Z = 90,05 - 1,74X - 0,64Y + 1,49XY$$

$$Z = 90,05 - 1,74X + 0,62Y - 0,59XY$$

Figura 3- Gráficos de superfícies de respostas para as interações catalisador/razão e catalisador/tempo



A (Figura 3) justifica graficamente a influência dos níveis reacionais na taxa de conversão mássica do biodiesel. Para a interação catalisador/razão o maior rendimento 93,77% foi obtido na menor razão álcool/óleo e menor concentração de catalisador, este fato, foi explicado por Souza (2015), onde o autor relata que alta concentração de catalisador favorece ao processo de saponificação, dificultando o processo de separação, reduzindo o rendimento mássico de biodiesel. Para a interação catalisador/tempo o maior rendimento 93,63% foi obtido no maior tempo de reação e menor concentração de catalisador.

O ponto ótimo calculado, obteve-se por meio do ponto máximo crítico, utilizando-se os coeficientes de regressão do delineamento DCCR (3). O modelo foi escalonado para definir o valor teórico para a variável independente, catalisador em função de rendimento mássico de biodiesel.

O planejamento estabeleceu como ótimo experimental as seguintes condições: catalisador 0,25%, tempo de reação 47,7 minutos e razão álcool/óleo 15,18:1. Nessas condições experimentais o rendimento máximo teórico calculado foi 87,78%. Na aplicação das condições definidas pôde-se observar um rendimento de 87,24%, existindo pequena diferença entre os rendimentos de 0,54%.

## CONCLUSÕES

O sistema de ultrassom é viável para síntese de biodiesel de mamona, o tempo de reação não foi significativo por meio do teste *t-student* a 95% de probabilidade, assim sendo, possibilita utilizar baixos tempos de reação sem comprometer o rendimento do biodiesel, resultando em redução de gasto de energia e custo de produção.

A melhor condição experimental avaliada pelo modelo no trabalho foi catalisador 0,25%, tempo de reação 47,7 minutos e razão álcool/óleo 15,18:1. Nessas condições experimentais o rendimento máximo teórico calculado foi 87,78%. Na aplicação das condições definidas pôde-se observar um rendimento de 87,24%, observando-se uma pequena diferença entre os rendimentos de 0,54%.

A produção de biodiesel de mamona apresenta-se viável como segmento importante na regionalização de matérias primas para produção de biodiesel. Contudo, necessita-se um maior incentivo produtivo para cultura, com investimentos governamentais e da iniciativa privada para aumentar a oferta do óleo e reduzir custos de produção. Beneficiando agricultores familiares, promovendo desenvolvimento socioeconômico no segmento de agrobioenergias renováveis no país.

## REFERÊNCIAS

ABDULLA, R.; RAVINDRA, P. Process optimization for biodiesel production from crude *Jatropha curcas* oil with immobilized lipase using response surface methodology. **Journal of Applied Science and Agriculture**, v. 10, p. 17-20, 2015.

CARVALHO, N. L.; BORTOLINI, J. G.; BARCELLOS, A. L. Biocombustíveis: uma opção para o desenvolvimento sustentável. **Revista gestão e desenvolvimento em contexto**, v. 2, p. 32-50, 2015.

CHAVALPARIT, O.; ONGWANDEE, M. Optimizing Electrocoagulation Process For The Treatment Of Biodiesel Wastewater Using Response Surface Methodology. **Journal of Environmental Sciences**, v. 21, p. 307-377, 2009.

COSTA, R. P.; KHALIL, T. C.; SANTOS, A. P.; ANDRADE, D. F. D.; D'AVILA, L. A.

Determination of biodiesel content in diesel using the colorimetric assay for hydroxamic acid. **Química Nova**, v. 38, p. 563-569, 2015.

KIRROLIA, A.; BISHNOI, N. R.; SINGH, R. Response surface methodology as a decision-making tool for optimization of culture conditions of green microalgae *Chlorella* spp. for biodiesel production. **Annals of Microbiology**, v. 64, n. 3, p. 1133-1147, 2014.

LIMA, M. T. D. S. L.; SOUZA, M. C.; FLORES, T. S.; SILVA C, N. G.; DIAMANTINO, H. D.; BARROSO, L. A.; MACEDO, M. H. M. Sobre a Situação Energética Brasileira: De 1970 a 2030. **Ciencia & Natura**, p. 06-16, 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço energético Nacional 2013. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2013.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf)> Acesso em: 01 nov. 2015.

PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; SANTANA, G. M. Rendimento e Características Físicas dos Óleos de Nim (*Azadirachta indica*) e Mamona (*Ricinus communis*). **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 134-139, 2015.

PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S. A. **A mamona na produção do biodiesel**. Disponível em: <<http://fatosedados.blogspot.com.br/2009/06/09/a-mamona-na-producao-do-biodiesel/>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

PIGHINELLI, A. L. M. T.; PARK, K. J.; RAUEN, A. M.; BEVILAQUA, G.; FILHO, J. A. G. Otimização da prensagem a frio de grãos de amendoim em prensa contínua tipo expeller. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 66-71, 2008.

RESHAD, A. S.; TIWARI, P. G.; VAIBHAV, V. Extraction of oil from rubber seeds for biodiesel application: Optimization of parameters. **Fuel**, v. 150, p. 636-644, 2015.

SÁNCHEZ, N.; ENCINAR, J. M.; MARTÍNEZ, G.; GONZÁLEZ, J. F. Biodiesel Production from Castor Oil under Subcritical Methanol Conditions. **International Journal of Environmental Science and Development**, v. 6, 2015.

SANTANA, E. S. Otimização do processo de conversão de óleo de fritura em biodiesel. **Revista Eletrônica Eng Tech Science**, v. 3, p. 50-76, 2015.

SOUZA, S.P.S.; PACCA, S.; ÁVILLA, M.T.; BORGES, J.L.B. Greenhouse gas emissions and energy balance of palm oil biofuel. **Renewable Energy**, v.35, p. 2552-2561, 2015.

# PERFIL SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CABACEIRAS– PB E O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO

Geórgia Cristina de Sousa Oliveira<sup>1</sup> e Gesinaldo Ataíde Cândido<sup>2</sup>

**RESUMO:** O semiárido brasileiro é caracterizado pela ocorrência de vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais. Mas, o maior destaque é dado aos problemas ambientais, influenciados a priori pelo fenômeno da seca e pelo processo de desertificação. No entanto, o processo de desertificação embora presente em vários pontos do território, apresenta-se pouco divulgado à sociedade a qual demonstra pouco ou nenhum entendimento sobre o assunto. Deste modo, este trabalho tem como objetivo identificar o perfil socioeconômico e ambiental do município de Cabaceiras – PB, relacionando-o ao processo de desertificação. Para isso, foram entrevistados 26 moradores da cidade e realizado um levantamento bibliográfico sobre o assunto. Com base nos resultados, constata-se que a maior parte da população não sabe o que significa desertificação, tem como principal problema a falta d'água, como principal atividade econômica a agropecuária e um baixo nível de escolaridade, escolaridade esta que se dado a devida prioridade, através de incentivos as políticas educacionais, tal como a inserção da educação ambiental no âmbito escolar, poderá contribuir para a transformação do cenário de degradação ambiental local.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desertificação; População; Educação ambiental.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – PB. Fone: (83) 9906-4496, georgia.ufpe@bol.com.br.

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – PB. Fone: (83) 2101-1217, gacandido@uol.com.br.

## CABACEIRAS - PB AND THE PROCESS OF DESERTIFICATION

**ABSTRACT:** The Brazilian semi-arid region is characterized by the occurrence of social, economic and environmental vulnerabilities. But the highlight is given to environmental problems, influenced a priori by the drought phenomenon and the process of desertification. However, the process of desertification although present in various parts of the territory presents little known to the society which shows little or no understanding of the subject. Thus, this study aims to identify the socioeconomic and environmental profile of the city of Cabaceiras - PB, relating it to the desertification process. For this, they interviewed 26 residents of the city and carried out a literature on the subject. Based on the results, it appears that most of the population does not know what it means desertification, its main problem the lack of water, as the main economic activity is agriculture and a low level of education, schooling this that given the due priority, educational policies through incentives, such as the inclusion of environmental education in schools, may contribute to the transformation of local environmental degradation scenario.

**KEYWORDS:** Desertification; population; environmental education.

### INTRODUÇÃO

No cenário nacional, a população da região semiárida brasileira é destaque por apresentar vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais. Mas entre estas, a de maior evidência é a ambiental, predominantemente resultante de processos climáticos, em especial o fenômeno da seca. Associado a este problema, outro tem se destacado em ambientes áridos, semiáridos e subúmidos secos pelo mundo, é a desertificação, que ocorre em virtude, entre outros fatores, de alterações climáticas e ações antrópicas. Como a vulnerabilidade é a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse, por mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida, resultante de mudanças socioambientais e que varia de acordo com as possibilidades políticas, culturais, sociais e econômicas da população, Cabaceiras destaca-se por apresentar índices de vulnerabilidades muito altos, sendo maiores entre os pequenos proprietários e os moradores sem terra, os quais possuem baixos rendimentos e não dispõem de uma infraestrutura para enfrentar as longas estiagens, além disso, é por este motivo que tem se agravado a degradação de terras nesta área (SOUSA et.al., 2007).

Deste modo, verifica-se que os mais vulneráveis são aqueles que possuem menos recursos, e que dificilmente se adaptarão às mudanças, já que esta é dada pela “riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidade, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão” (IPCC, 2001). No Brasil, estima-se que uma superfície de 1.130.790, 53 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 2000 de 22,5 milhões de habitantes se encontram em áreas susceptíveis à desertificação (PAN-BRASIL, 2005). No semiárido paraibano, este percentual é elevado, cerca de 93,2% do território, sendo identificados dois núcleos de desertificação: um na microrregião do Cariri e outro na microrregião do Seridó, destacando-se entre outros, os municípios de Cabaceiras (333,6 mm) e de Picuí (339,1mm) - ambos com índices pluviométricos inferiores a 500 mm.

O baixo índice pluviométrico evidente nestes municípios acentua o processo de desertificação, associado às práticas inadequadas na mineração e na agropecuária (AESAs, 2014). Alves, Souza e Nascimento (2009), confirmando os resultados encontrados por Vasconcelos Sobrinho (1971) consideram que na Paraíba, o Cariri e o Seridó são as áreas que apresentam os maiores focos de solos ulcerados e de degradação ambiental, tendo como causas: uso inadequado dos recursos naturais, práticas agrícolas inapropriadas e, sobretudo o modelo de desenvolvimento econômico adotado. Modelo este que possui valores que não são compatíveis com a sustentabilidade ambiental, tais como o individualismo e o consumismo (PAULA; CAVALCANTI, 2000).

A desertificação expõe grande parcela da população a condições de risco e vulnerabilidade socioambiental. As atividades humanas constituem um dos principais agentes do processo de desertificação, que ameaça à fauna, flora e provoca a redução dos espaços agricultáveis (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Ela pode ser ainda compreendida como:

“decorrente da deterioração da camada superficial do solo promovida pelos desmatamentos seguidos de práticas de culturas intensivas para permitir a instalação de acelerados processos de erosões eólica e hídrica. Em consequência, tais processos conduzem à perda da matéria orgânica contida nessa fina camada superficial do solo, eliminando os elementos nutritivos que aí se concentram, o que resulta numa rápida diminuição do rendimento dos cultivos e na implantação de superfícies arenosas” (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Outro conceito que tem sido muito utilizado ultimamente é o de Biswas e Biswas (apud MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007):

“desertificação é a diminuição ou destruição do potencial biológico da terra e pode levar,

em últimas instâncias, a condições de deserto; terra de pastagens cessam de produzir pastos, agricultura em terras áridas reduzem a produção, e campos irrigados são abandonados apresentando salinização, aprofundamento do lençol freático, ou alguma outra forma de deterioração do solo. Desertificação é um processo de auto-aceleração, alimentando-se a si mesmo e (uma vez iniciado o processo) os custos para sua reabilitação elevam-se exponencialmente.

Observando o exposto, pode-se dizer que o semiárido já apresentou uma queda da produtividade em torno de 52% entre suas principais culturas, tais como: milho, feijão, arroz e mandioca no período de 1977 a 1994, Matallo Jr. (2001). Deste modo, não são ações locais imediatistas como o socorro com alimentos às populações atingidas pela desertificação, ligadas a interesses políticos irresponsáveis, que darão conta da origem do problema segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007). Ações deste tipo podem desencadear o processo ou intensificar aqueles já iniciados.

No Cariri paraibano, especialmente no município de Cabaceiras, tem-se verificado um aumento da degradação do solo nos últimos anos (1987-2009) em virtude entre outros fatores, do intenso desmatamento, da manutenção de uma atividade pecuária acima da capacidade de suporte da Caatinga e da caprinovinocultura extensiva (PATRÍCIO; FRANCISCO; DANTAS, 2013); (SOUSA et al., 2007). Em Cabaceiras foi identificado um processo de desertificação com destaque para a ocorrência de erosão dos solos e perda das terras agricultáveis. Neste caso, o agravante foi a substituição da pecuária bovina pela caprina no município, sendo esta devastadora, pois os pequenos ruminantes se alimentam da folhagem da Caatinga, inclusive daquela que cai, sendo esta a única fonte de matéria orgânica a ser incorporada naturalmente aos solos, Sousa et al. (2007).

A existência de áreas desertificadas e sua expansão, caso não sejam tomadas as devidas providências, restringirá o uso do solo em virtude do processo de erosão, provocando a redução de postos de trabalho no campo, aumentando a incidência de migrações e diminuindo a qualidade de vida da população entre outras consequências. Neste sentido, é necessário investigar as características socioambientais da população local para a partir daí, desenvolver estratégias sustentáveis de combate à desertificação.

Na microrregião do Cariri paraibano, o município de Cabaceiras é destaque por apresentar a maior ocorrência de áreas consideradas desertificadas do Estado, associado às atividades agropecuárias inadequadas e ao baixo índice de precipitação pluvial e por possuir um grande volume de pesquisas científicas sobre seu território. No entanto, a população local demonstra pouco ou nenhum entendimento sobre desertificação e, portanto,

pouco pode contribuir para a melhoria das atividades realizadas. Mediante estas observações, este trabalho tem como objetivo, identificar o perfil socioeconômico e ambiental do município de Cabaceiras – PB em um contexto de desertificação. Tal objetivo visa compreender a realidade local e destacar os principais problemas para o enfrentamento e/ou entendimento da desertificação pelos atores envolvidos. Já que a seca é um fenômeno que promoveu e promove no meio político a execução de vários planos de mitigação, e na academia, centenas de projetos de convivência com o problema. Mas, o processo de desertificação embora seja alvo de pesquisas e planos de ação tanto por instituições políticas quanto científicas, apresenta-se ainda pouco esclarecido à população diretamente envolvida. Isto é preocupante, pois a desertificação é um processo especialmente provocado pela ação humana, entre elas por atividades agropecuárias e de mineração inadequadas.

Diante deste contexto, percebe-se que a população embora seja a maior prejudicada pelas atividades que desenvolve, ainda não tomou consciência disto, haja vista a manutenção das atividades e o agravamento do processo de desertificação na área. Este quadro pode estar associado ao baixo nível de escolaridade dos atores envolvidos, à baixa produção de capital social através da articulação universidade e governo local ou a falta de informação sobre as políticas públicas voltadas à sustentabilidade em ambientes degradados.

No município supracitado, por exemplo, o crescimento da caprinovinocultura está diretamente relacionado a incentivos governamentais, especialmente do Programa Leite da Paraíba, que utiliza como matéria-prima o leite de cabra para distribuição no Estado. Efetivamente ganhos econômicos foram registrados com a criação deste programa, com geração de trabalho e renda para a população, por outro lado, áreas com alta taxa de lotação de ovinos promoveram uma redução de 88% da cobertura vegetal, 92,6% da altura da cobertura, 98,8% da quantidade de biomassa e 90,8% da biomassa das raízes. Assim, foram se formando áreas com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, que com o passar do tempo aumentaram em número e tamanho (NOGUEIRA; NARDELL; SOUZA, 2015).

Nestes termos, percebe-se a falta de atuação do governo do Estado de forma técnica, para acompanhar, informar e garantir o desenvolvimento de uma atividade ecologicamente equilibrada. Sendo assim, o perfil socioeconômico e ambiental da população inserida nesta área servirá para planejar iniciativas de combate a desertificação pontuais e eficientes, baseada no processo de informação e conscientização da população local, seja a partir de palestras, cursos de formação, seja através do incentivo à educação ambiental

no âmbito escolar, considerando a realidade local e o desenvolvimento econômico sustentável. Pois, segundo Rosa (2010) os responsáveis pela educação são aqueles que podem transformar saberes científicos, sobretudo aqueles que dizem respeito à lógica da natureza em favor da realização da vida, além de transmitir o conhecimento tentando incitar a conscientização do conjunto da questão, encorajando todos a respeitarem e diminuir a intensidade do uso dos recursos naturais.

Corroborando com Rosa (2010), Paula e Cavalcanti (2000) acreditam que para se pensar coletivamente, o sujeito precisa conhecer, ter informação e estar sensibilizado com o que está ocorrendo, necessitando-se de mais agentes ativos capazes de indagar e despertar valores endógenos para aflorar o verdadeiro amor altruísta. Assim, uma das ferramentas para alcançar o reconhecimento dos valores para uma sociedade ambiental é educar a população, num molde que não se mantenha aliança política e econômica, a fim de libertar verdadeiramente os homens dos saberes e práticas atuais da civilização industrial, potencializando valores adormecidos a fim de reintegrar harmonicamente o ser humano no meio ambiente (PAULA; CAVALCANTI, 2000).

O desenvolvimento sustentável exige assumir perspectivas de longo prazo, numa visão de futuro em que a incerteza e a surpresa se fazem presentes. Assim, a ação estratégica a ser desenvolvida requer o envolvimento da ciência, da tecnologia, das instituições políticas e da população local, identificando as necessidades e prioridades através da comunicação e cooperação entre os atores envolvidos. Para tanto, necessita-se de um conjunto de ações no âmbito do ensino, treinamento e capacitação de recursos humanos. Este processo deve estar articulado com o fortalecimento da infraestrutura científica de escolas, universidades e instituições de pesquisa e a implantação de bancos de dados científicos e tecnológicos no plano nacional (BARTHOLO JR.; BURSZTYN, 2001). Neste sentido, o princípio da sustentabilidade deve resgatar a lógica do ser, afirmar a diversidade e a pluralidade como valores positivos e ter a educação em sintonia com o paradigma ético, sendo a prudência a virtude mais necessária neste contexto para evitar uma crise da espécie.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

O município de Cabaceiras está localizado na microrregião do Cariri Oriental do

Estado da Paraíba entre as coordenadas geográficas 07°29'20"S e 36°17'13"O (Mapa 1). Possui uma população total de 5.035 habitantes, sendo 2.818 na zona rural e 2.217 na zona urbana (IBGE, 2010). A base da economia no município é a caprinovinocultura e é o município que possui a menor média histórica de chuva do país, 333,6mm.

Mapa 1- Mapa do Estado da Paraíba destacando o município de Cabaceiras e os limites da microrregião do Cariri Oriental



Dados: AESA. Elaborado pelo (a) autor (a).

### **Procedimentos metodológicos**

A metodologia envolveu pesquisa bibliográfica e trabalho de campo. O levantamento bibliográfico se referiu à catalogação do referencial teórico-metodológico para fundamentação do trabalho e a pesquisa de campo se desenvolveu por entrevistas previamente estruturadas e aplicadas aos moradores da cidade de Cabaceiras – PB em setembro de 2014, com o intuito de identificar o perfil socioeconômico e ambiental do município através da participação da população de forma clara e direta, destacando os principais

problemas. Para isso, foram escolhidas as seguintes variáveis:

- Entendimento sobre desertificação;
- Realização da captação de água de chuva;
- Investimento em infraestrutura hídrica para o armazenamento de água de chuva;
- Principal atividade profissional desenvolvida;
- Grau de instrução;
- Identificação do principal problema enfrentado pelo município segundo os entrevistados.

A escolha destas variáveis, parte do pressuposto de que a população inserida no mais significativo núcleo de desertificação da Paraíba, além de entender o processo de desertificação, desenvolve maneiras eficientes de manejo de água de chuva, incentivadas por políticas públicas, agentes de educação e instituições científicas, haja vista a condição de escassez hídrica acentuada do município, e que através de sua condição social e econômica a própria população poderá desenvolver atividades sustentáveis para uma melhor qualidade de vida. A população foi escolhida mediante amostragem aleatória, totalizando 26 moradores da cidade de Cabaceiras. Para organização e tabulação dos dados foi utilizada a planilha Excel, na qual foi determinada a população relativa e gerados os gráficos para melhor visualização dos dados. A análise sobre a desertificação no município bem como a indicação de estratégias para combater a desertificação local baseou-se em publicações científicas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para se inferir sobre o nível de entendimento da população local sobre o processo de desertificação foram feitas duas perguntas: a primeira se os entrevistados já ouviram falar em desertificação, e a segunda se conheciam o seu significado, Figuras 1 e 2.

Figura 1- Percentual de pessoas que ouviram falar em desertificação no município de Cabaceiras– PB. 2014

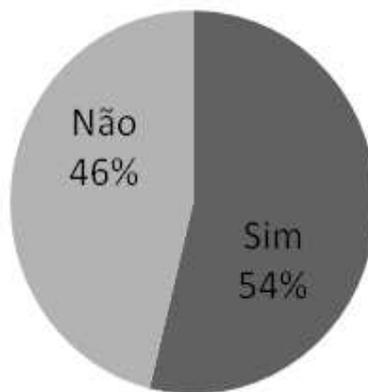
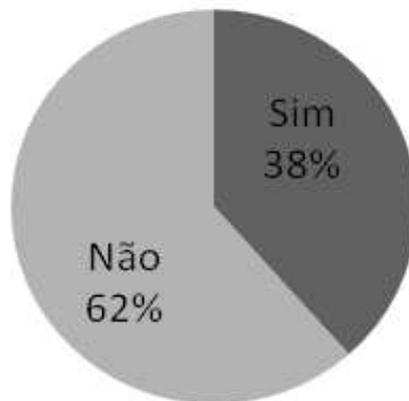


Figura 2- Percentual de pessoas que sabem o significado de desertificação no município de Cabaceiras- PB. 2014



Os resultados mostram que embora mais da metade da população (54%) já tenha ouvido falar em desertificação, poucos acreditam saber de fato o seu significado (38%). Este resultado evidencia a carência de informação ou conscientização da população local sobre a problemática que envolve seu território. Território este que apresenta a maior quantidade de solos ulcerados e de degradação ambiental do Estado e que vem apresentando um aumento nos níveis de degradação nos últimos anos, em virtude da acentuada escassez hídrica, da vulnerabilidade social verificada e do manejo inadequado das atividades de mineração e agropecuária.

A falta de informação colabora para o aprofundamento do problema que afetará diretamente a qualidade de vida da população. A partir destes dados, subentende-se a necessidade de desenvolver atividades voltadas para a educação ambiental em todos os níveis de ensino e direcionada a realidade local. Para isso, é importante a articulação

universidade, escolas, instituições de pesquisa e políticas com a população local para capacitação de recursos humanos e o enfrentamento deste cenário.

Tratando-se de desertificação e considerando o baixo volume de chuvas no município, os moradores foram questionados acerca da captação de água de chuva e dos locais de armazenamento desta água, tendo em vista ser esta uma das alternativas individuais mais viáveis ao semiárido, e responsável preponderantemente pelo abastecimento de água da população urbana e rural no município, Figuras 3 e 4.

Figura 3- Percentual de pessoas que costumam armazenar água de chuva no município de Cabaceiras- PB. 2014

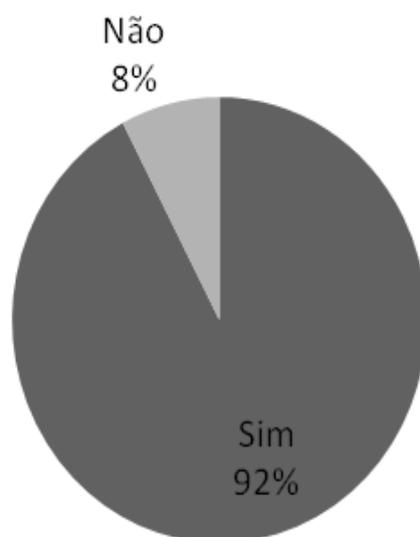
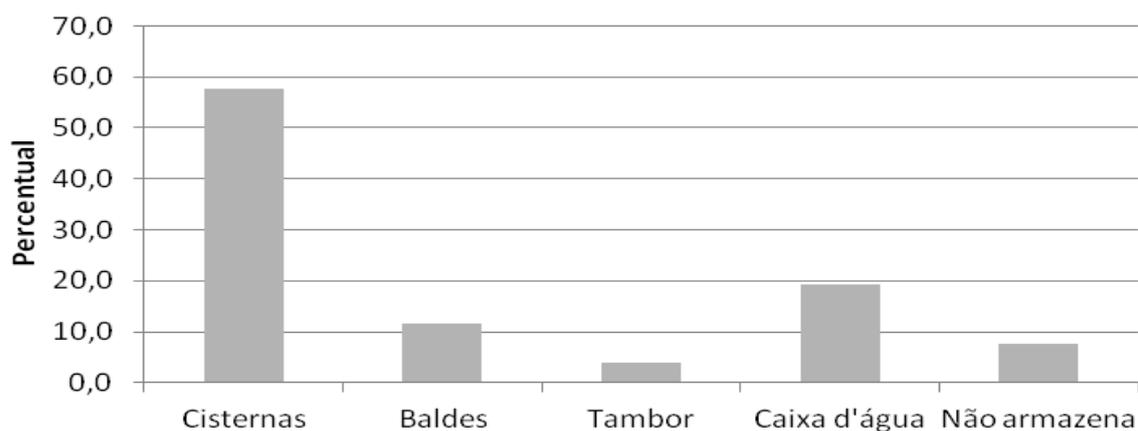


Figura 4- Infraestruturas utilizadas para armazenar água de chuva em Cabaceiras- PB. 2014



Diante das respostas, percebe-se que quase 100% da população costuma armazenar água de chuva. Atitude esta positiva e que demonstra a melhor forma de convivência em um ambiente semiárido, já que a distribuição da chuva além de irregular, por vezes, apresenta-se reduzida em virtude do fenômeno da seca. Por outro lado, as formas de armazenamento de água apresentadas mostrou que apenas 57,7% costumam armazenar água de chuva em cisternas, 2% não armazenam e os demais utilizam baldes, caixas d'água e tambores. Este cenário vem corroborar com as respostas sobre os principais problemas no município segundo os moradores, que consideraram a falta d'água o de maior destaque (67,4%), seguido da falta de emprego (26,9%) e da má gestão administrativa (7,7%).

Diante deste contexto, percebe-se que em virtude do fenômeno da seca, a população entende a necessidade de armazenar água de chuva, porém os locais de armazenamento para uma parte da população, apresentam-se inadequados haja vista a baixa capacidade de armazenamento dos mesmos. Isto pode estar associado à falta de recursos financeiros para investir em locais apropriados de armazenamento, ou quando existente, ao dimensionamento incorreto das infraestruturas diante das necessidades de consumo da família, o que resulta em um dos maiores problemas verificados, que é a falta d'água. Isso corrobora com algumas pesquisas, que apontam ser o semiárido brasileiro o mais chuvoso do mundo, e que o maior problema nesta região é a falta de investimento em infraestruturas adequadas de armazenamento para garantir a segurança hídrica nos períodos de estiagem.

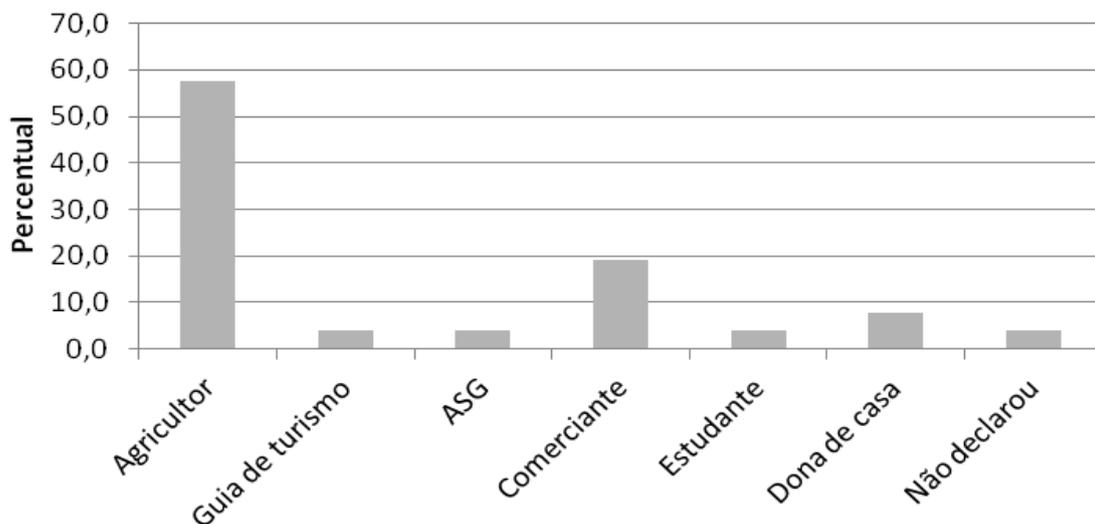
Sobre isto, Cavalcanti e Brito (2009) consideram que as cisternas rurais não conseguem acumular toda água das chuvas captada nos telhados em função do seu dimensionamento. E mesmo as chuvas apresentando algumas irregularidades, estas

possibilitam a captação e o escoamento de um volume de água suficiente para atender até as necessidades dos agricultores no período de seca.

Considerando necessário identificar a principal atividade econômica no município, uma das questões para o diagnóstico foi sobre a atividade profissional exercida, Figura 5.

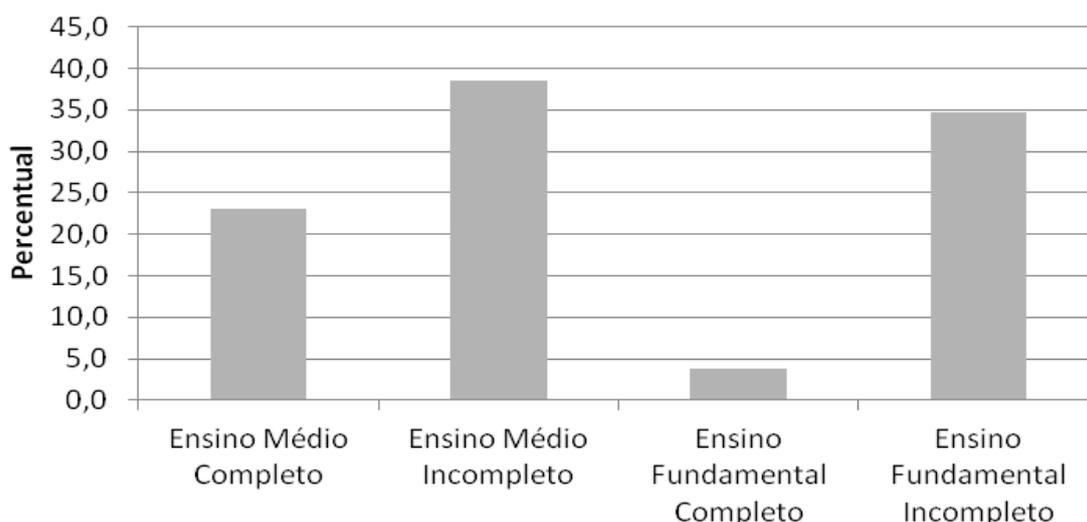
Os resultados mostram que a base da economia no município é a agricultura, já que 57,7% disseram ser esta a principal atividade exercida, associada ao papel da caprinovinocultura e em segundo lugar o comércio, com aproximadamente 20% do total. Outro destaque é dado as atividades de turismo no município, embora com um percentual baixo, é uma das fontes de renda que pode ser mais explorada, já que a cidade foi cenário de novelas, filmes, entre outras produções e ainda conta com paisagens naturais preservadas, que são valiosas atrações turísticas. No entanto, dado ser a agropecuária a principal atividade econômica, são elas as responsáveis pela expansão da degradação ambiental no município em virtude de práticas inadequadas de manejo.

Figura 5- Principais atividades profissionais dos entrevistados em Cabaceiras- PB. 2014



Sendo a educação uma das maiores aliadas ao combate à exploração e ao uso inadequado dos recursos naturais, considera-se necessário avaliar o grau de instrução da população, Figura 6.

Figura 6- Grau de instrução da população entrevistada em Cabaceiras- PB. 2014



Sobre isso, percebeu-se que a maior parte da população (38,5%) tem o ensino médio incompleto e apenas 23,1% conseguiu concluí-lo. Deste modo, verifica-se um baixo nível de instrução da população local, fato este que justifica a falta de informação ou entendimento sobre o que é desertificação e suas consequências. Aliado a isto, vale ressaltar que mesmo a população com um nível de instrução avançado pode não entender ou se sensibilizar com o tema, seja por não ter sido apresentado ao assunto em qualquer um dos níveis de escolaridade, seja pelo próprio processo de formação dos professores locais e suas prioridades no processo ensino-aprendizagem. Deste modo, evidencia-se a necessidade de investir prioritariamente em políticas educacionais que visem a formação de cidadãos capazes de enxergar o meio e atuar tendo em vista o desenvolvimento sustentável.

## CONCLUSÕES

Considerando a existência de um processo de desertificação evidente no município de Cabaceiras e o perfil da população inserida neste núcleo, pode-se inferir que em virtude do baixo nível de instrução da população, o entendimento e/ou enfrentamento desta problemática fica comprometido, haja vista a falta de conhecimento científico necessário por parte dos atores envolvidos para o manejo das atividades e com vista ao desenvolvimento sustentável.

Além disso, diante do quadro de escassez hídrica, resultante de variáveis climatológicas, que tanto afligem a população, verifica-se que apesar do entendimento sobre a importância do armazenamento da água de chuva para utilização durante o período de

estiagem, existe um problema quanto aos locais de armazenamento para uso doméstico, que pode estar associado à falta de informação sobre o dimensionamento correto e/ou pela falta de recursos financeiros essenciais para a construção de reservatórios de grande porte, o que estaria mais uma vez associado ao baixo nível de instrução, que não permite a ocupação de cargos com elevada remuneração, como evidenciado na pesquisa ao se destacar a atividade agropecuária, e, portanto, estes atores sociais não têm condições para superar as adversidades, mostrando-se, assim, vulneráveis.

Diante do exposto, percebe-se que a falta de informação e/ou conscientização é um problema a ser enfrentado quando se trata da desertificação, sendo esta decorrente das atividades humanas prioritariamente. Assim, é necessário investir principalmente na educação da população local através da articulação entre universidades, centros de pesquisas e governo para capacitar a população a enfrentar os riscos ambientais existentes.

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Doutorado e aos alunos do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Félix Araújo que colaboraram com este trabalho através da coleta de dados.

## **REFERÊNCIAS**

AESA/PB. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/perh/perh.html>>. Acesso em: 10 set. 2014.

ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N. de; NASCIMENTO, S. S. do. **Núcleos de desertificação no estado da Paraíba**. Curitiba: UFPR, n.17, p.139-152, 2009.

BARTHOLO JR, R. S.; BURSZTYN, M. **Prudência e utopismo: ciência e educação para a sustentabilidade**. In: BURSZTYN, M. (Org.). *Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

CAVALCANTI, N. de B.; BRITO, L. T. de L. **Captação de água de chuva em cisternas rurais**. In: 7º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. **Anais...** Caruaru, 2009.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados\\_dou/default\\_resultados\\_dou.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/default_resultados_dou.shtm)>. Acesso em: 18 ago. 2011.

IPCC- INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. **Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Genebra, Suíça, 2001.

MATALLO JR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

NOGUEIRA, F. R. B.; NARDELL, M. J.; SOUZA, B. B. de. **A criação de cabras no semiárido: limitações e potencialidades**. Parte I. Disponível em: <[www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimatologia/artigos\\_técnicos](http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimatologia/artigos_técnicos)>. Acesso em: jun. 2015.

PAN-BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Brasília: MMA, 2005.

PATRÍCIO, M. da C. M.; FRANCISCO, P. R. M.; DANTAS, R. T. Análise da degradação ambiental no município de Cabaceiras – PB. In: XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 2013. **Anais...** Fortaleza.

PAULA, G. O. de; CAVALCANTI, R. N. **Ética: essência para a sustentabilidade**. **Journal of Cleaner Production**, n. 8, p.109-117, 2000.

ROSA, T. da S. **Os fundamentos do pensamento ecológico do desenvolvimento**. In: VEIGA, J. E. Economia socioambiental. São Paulo: SENAC, 2010.

SOUZA, R. F. de et. al. Estudo do processo da desertificação e das vulnerabilidades no município de Cabaceiras –PB. **Revista de Engenharia Ambiental**, v.4, n.1, p. 89-102, 2007.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. Núcleos de Desertificação no Polígono das Secas. In: ICB 1, 1971, Recife: Universidade Federal de Pernambuco. **Anais...** Recife.

# PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DE SOLEDADE – PB

Carla Elenice Farias Dantas<sup>1</sup>, Élide Alves de Queiroz Felix<sup>1</sup>  
e Alíria Alirione Dias da Silva<sup>1</sup>

**RESUMO:** O saneamento básico consiste em um conjunto de procedimentos adotados numa determinada região, que visa proporcionar uma situação higiênica saudável para os habitantes. Nesse sentido, ele está fundamentalmente relacionado à manutenção da saúde do ser humano. Justifica-se um estudo desta natureza devido à preocupação com os riscos que a comunidade enfrenta devido aos problemas ambientais e conseqüentemente de saúde. Objetivou verificar os problemas ambientais, a relação dos serviços de saneamento básico com o meio ambiente e com a saúde pública. A metodologia do trabalho consistiu em uma pesquisa documental e descritiva com padrões *in loco*, realizados através de registros fotográficos para identificação dos problemas ambientais decorrentes da falta de saneamento básico. De acordo com os resultados obtidos, os principais problemas ambientais identificados foram: o mau cheiro, a incidência de doenças, atração de animais, desvalorização do local e acúmulo de lixo em alguns trechos dos riachos. Concluindo-se que os problemas ambientais no município estão ligados à falta de conhecimentos da população e, principalmente, da rede pública local, o que permite dizer que os níveis de atendimento em serviços de saneamento básico no município são muito precários, havendo necessidade de conscientização por parte do poder público, quanto à importância dos serviços de saneamento básico de saúde em níveis adequados na melhoria da qualidade de vida da comunidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluentes domésticos; Impactos ambientais; Meio ambiente.

---

<sup>1</sup> Alunas do Curso de Biologia UVA/UNAVIDA. carla\_elenice@hotmail.com.

**ABSTRACT:** Sanitation is a set of procedures adopted in a particular region, which

aimed at providing a healthy hygienic situation for the inhabitants. In this sense, it is fundamentally related to maintaining the health of human beings, given that many diseases can be developed when there is poor sanitation. To guarantee environmental quality and health of a community is important to adopt appropriate measures of sanitation. Justified such kind of study because of concern about the risks facing the community due to environmental problems and thus health. We Aimed at verifying the environmental problems, the ratio of basic sanitation services for the environment and public health. The methodology of this work consists of a documentary, descriptive research *in loco*, through photographic records the environmental problems arising from lack of basic sanitation. According to the results of the main problems encountered in the main neighborhoods of Soledade - PB were: the stench, the incidence of diseases, attraction of animals, devaluation of local and accumulation of garbage in some sections of streams. We concluded that the environmental problems in the municipality are linked to lack of knowledge of the population, and especially the local public. Allowing saying that the service levels in basic sanitation services in the city are very precarious, there is a need for the public authorities awareness on the importance of basic health sanitation services at appropriate levels in improving the community's quality of life.

**Keywords:** Environmental impacts; Environment; Domestic effluents.

## INTRODUÇÃO

Saneamento básico é a atividade relacionada com o abastecimento de água potável, o manejo de água pluvial, a coleta e tratamento de esgoto, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e o controle de pragas e qualquer tipo de agente patogênico, visando à saúde das comunidades. O esgotamento sanitário, segundo a Lei nº 11.445/2007, é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

De acordo com Pereira et al. (2008), a falta de saneamento provoca 2.500 óbitos por ano, no qual morrem cerca de 200 crianças, por mês, no Brasil. As principais vítimas da falta de esgoto no país são as crianças, de 1 a 6 anos, idosos e as mulheres grávidas, cujas chances do bebê nascer morto são muito maiores na ausência de saneamento.

Com a construção de um sistema de esgotos sanitários em uma comunidade procura-se atingir os seguintes objetivos: afastamento rápido e seguro dos esgotos; coleta dos esgotos individual ou coletiva (fossas ou rede coletora); tratamento e disposição adequada dos esgotos tratados, visando atingir benefícios como conservação dos recursos naturais; melhoria das condições sanitárias locais; eliminação de focos de contaminação e poluição; eliminação de problemas estéticos desagradáveis (LEAL, 2008).

O município de Soledade é atendido, em parte por sistema de coleta e tratamento de esgoto. O sistema de tratamento adotado foi um conjunto de fossas sépticas, denominadas fossões (fossa séptica e filtro anaeróbico), que utilizam o princípio do tratamento anaeróbico. Entretanto esse sistema não apresenta avaliação de qualidade e eficiência. Em vista disso, há uma necessidade de uma expansão no sistema para que se atinja a universalização dos serviços de saneamento, tanto na zona urbana como na rural. As consequências da ausência do saneamento básico encontram-se associada à falta de conhecimento da população local e, principalmente, de política pública que possa favorecer o bem estar social/ambiental e de saúde da população local. Portanto objetivou nesse estudo verificar os problemas ambientais, a relação dos serviços de saneamento básico com o meio ambiente e com a saúde pública, constituindo bases para estudos mais aprofundados sobre o tema trabalhado no município de Soledade, na Paraíba.

## **METODOLOGIA**

O referente artigo segue uma metodologia documental, descritiva, com padrões observacionais *in loco*. O trabalho foi realizado no município de Soledade - PB, período de 11 de julho a 17 de outubro, abrangendo, de forma geral, a situação atual de saneamento básico. Além disso, foi verificada a incidência de doenças ocasionadas pela falta de rede de esgoto que acarreta elevada taxa de infestação de ratos, baratas, pernilongos, moscas, provocando doenças como leptospirose, verminose, hepatite A, dengue, malária, febre amarela, tétano entre outras doenças.

O município de Soledade está localizado na microrregião do Curimataú Ocidental, no Agreste Paraibano, a 190 km da capital João Pessoa e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 7° 03' 30" de latitude Sul e 36° 21' 47" de longitude oeste. A área territorial é de 560,042 km<sup>2</sup>, com uma população total de 13.739 habitantes segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

O atual levantamento ocorre num momento em que a questão do saneamento básico

ganha uma dimensão ainda maior, onde as diretrizes nacionais estabelecem seus quatro componentes: abastecimento de água; esgotamento sanitário; manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. Por se tratar de um levantamento baseado em situações que estão dentro do contexto da realidade o objetivo de estudo está caracterizado por um trabalho de pesquisa. A pesquisa realizada através dos registros fotográficos evidenciou os problemas ambientais nos seguintes bairros: Estação Férrea, Centro, Gouveião, Bela Vista, Jardim Cruzeiro, Chico Pereira. O critério de escolha para realização deste estudo nesses bairros deu-se pelo fato de serem bairros localizados na parte central da cidade, além disso, ocorrem intrínsecas relações entre os serviços de saneamento e as condições de vida da população, tornando-se ponto de partida para estudos mais aprofundados sobre o tema, como forma de garantir melhores condições de vida e saúde para a população.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como constatado nos dados do IBGE (2010), muitos domicílios de Soledade lançam seus esgotos a céu aberto, como mostrado na Figura 1. Estes possuem potencial de contaminação do solo e do lençol freático, são criadores de vetores de doenças e constituem um problema de saúde pública. Outros problemas também são identificados como o odor desagradável e depreciação estética do ambiente.

Figura 1- Valas de drenagem com esgoto a céu aberto no bairro Chico Pereira zona urbana de Soledade – PB



Fonte: Carla Dantas (2015)

O município de Soledade possui uma rede hidrográfica como posta por vários rios e riachos, sendo observados na zona urbana quatro riachos que cortam toda a cidade, são eles: Rio Lava-pés, Riacho Mourões, Riacho Santa Tereza e Riacho Pedro Clementino. Estes possuem os cursos hídricos com maior vulnerabilidade do município, por falta de saneamento, onde recebem altas cargas orgânicas de efluentes sanitários, seja diretamente dos domicílios, ou também pelo recebimento do efluente do sistema de tratamento municipal (Figura 2).

Figura 2- Riacho dos Mourões (A) e Riacho Lava-pés (B), respectivamente, na zona urbana de Soledade



Fonte: Carla Dantas (2015)

Todos os riachos mostrados acima fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, que conta com uma área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, e é a segunda maior do Estado da Paraíba.

Essa bacia é considerada uma das mais importantes do semiárido nordestino segundo dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2013). Para Monteiro e Rendeiro (2011) a disposição adequada dos esgotos é essencial à proteção da saúde pública. São inúmeras as doenças que podem ser transmitidas por uma disposição inadequada.

De acordo com a Figura 3 verificam-se evidências de contaminação por esgoto no Bairro Bela Vista, onde apesar de estar com seu nível baixo, possui o lançamento de esgotos sanitários da população que reside às margens e também um lançamento efetuado diretamente no Riacho Mourões. Além dos efluentes domiciliares que são lançados nos riachos, de forma inadequada ou irregular, são jogados nesses riachos quantidades consideráveis de resíduos sólidos. Estes resíduos além de contaminarem o solo, provocam erosões e atraem vários tipos de vetores transmissores de doenças.

Segundo a Lei 12305/10 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, resíduo sólido é o material, substância ou objeto descartado e produzido pelas atividades humanas que geralmente estão em estado sólido ou semissólido caracterizado de acordo com a sua natureza corporal (molhado ou seco), natureza química (orgânico ou inorgânico) ou ainda pelos riscos ao meio ambiente. Em trabalhos como o de Silva e Nolêto (2004) é comum nas pequenas cidades, assim como nas grandes regiões metropolitanas à presença de lixões às margens das estradas ou na beira de rios, onde tais depósitos são feitos de qualquer maneira sem nenhum planejamento, ficando passivos de agressão tanto o meio ambiente como os próprios habitantes.

Outro problema encontrado no município de Soledade – PB está relacionado à disposição das águas pluviais, que segundo a Prefeitura Municipal de Soledade - PB, as condições topográficas do município mostram que o mesmo se encontra em uma depressão, ou seja, não existe declividade suficiente para o escoamento ideal das águas. Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizado pelo IBGE (2008), mencionam que o município de Soledade possui poucos pontos com drenagem superficial, sendo em torno de 75% das ruas pavimentadas no perímetro urbano, não possuindo sistema de drenagem subterrânea.

Figura 3- Riacho com presença de esgoto no Bairro Bela Vista (esquerda). Ponto de lançamento de esgoto no Riacho Mourões (direita)



Fonte: Carla Dantas (2015)

No município é possível observar um sistema que conta com a presença de canaletas nas principais vias da cidade, localizada no bairro Chico Pereira (Figura 4). A função dessas canaletas é o escoamento superficial das águas pluviais, no qual escoam diretamente para o Riacho dos Mourões localizado no bairro Jardim Cruzeiro.

Figura 4- Canaleta de escoamento de água pluvial para o Riacho dos Mourões no bairro Chico Pereira

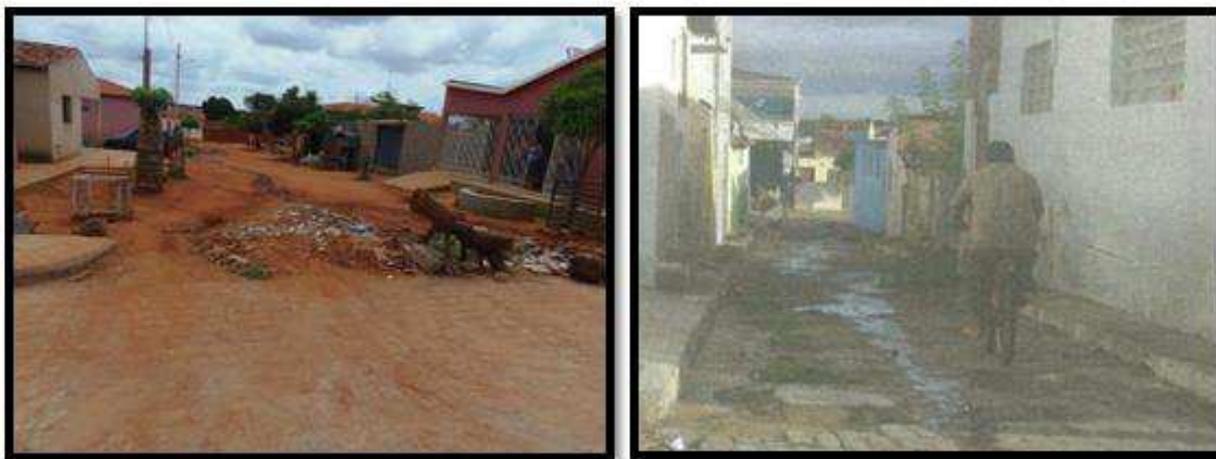


Fonte: Portal Boa Esperança (2014)

O escoamento superficial das águas onde não existe pavimentação de nenhum tipo ou parcial ocasiona erosões no solo formando canais de drenagem como mostra (Figura 5) no centro da cidade. Em Soledade - PB os problemas de erosão afetam diretamente a drenagem urbana, principalmente devido às condições geológicas e morfológicas da região, que são características de processos erosivos.

Segundo Ribeiro e Rooke (2010), os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, erosões e assoreamentos, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água. No campo da drenagem urbana, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada e falta de políticas de desenvolvimento urbano. Um adequado sistema de drenagem urbana quer de águas superficiais ou subterrâneas, onde esta drenagem for viável, proporcionará uma série de benefícios.

Figura 5- Erosão das ruas formando canais de drenagem do solo no centro da cidade



Fonte: Ecolibra (2014)

No bairro Estação Férrea é possível observar os mesmos problemas ambientais relacionados à falta do saneamento, acúmulo de resíduos sólidos e animais. As casas próximas ao riacho dos Negrinhos (Figura 6) também lançam seus efluentes domiciliares nas margens do rio seguindo por extensão que corta a cidade de uma ponta a outra, tendo este riacho como destino a bacia do Rio Paraíba. O ciclo hidrológico é de grande importância ambiental. No entanto, a urbanização afeta este ciclo, podendo interromper, por exemplo, a infiltração e abastecimento de águas subterrâneas. Outra dificuldade das pequenas cidades é a produção de esgoto, sendo este um problema de nível ambiental e sanitário. Embora apenas 0,1% do esgoto de origem doméstica tenham produtos químicos ou organismos patogênicos, cerca de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares provêm do contato ou ingestão destes efluentes (MARINS; MACHADO, 2010).

Figura 6- Efluentes do bairro Estação Férrea lançados no Riacho dos Negrinhos



Fonte: Carla Dantas (2015)

No bairro do Gouveião os problemas ambientais são identificados com a mesma intensidade e preocupação como os que ocorrem nos bairros já citados. Um dos problemas mais preocupantes neste bairro são as residências muito próximas ao riacho com seus muros praticamente dentro do rio (Figura 7), que recebe grande quantidade de efluentes domésticos que são lançados sem nenhum tratamento prévio e os efeitos desta carga poluidora no riacho podem ser percebidos, de forma subjetiva, em praticamente todo o seu curso.

Figura 7- Ponte do riacho que corta o bairro do Gouveião e residências com os muros próximos ao riacho



Fonte: Carla Dantas (2015)

Foi possível identificar vários impactos ambientais gerados em decorrência da ausência de saneamento básico em alguns bairros do município de Soledade - PB. Esses impactos podem ter suas origens derivadas do crescimento desorganizado da cidade, que utiliza seus rios/riachos como receptores de efluentes domésticos sem tratamento prévio.

Segundo Marins; Machado (2010), para minimizar os impactos gerados pela produção de esgotos como acontece em Soledade criaram-se as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) para que possa diminuir os gastos com o tratamento tanto da água de abastecimento quanto das doenças causadas pelo contato humano com os dejetos.

## CONCLUSÃO

Para se promover a saúde e garantir a qualidade ambiental de uma comunidade é vital a adoção de medidas adequadas de saneamento básico. Os dados oficiais apresentados e as considerações realizadas neste estudo não deixam qualquer dúvida sobre a importância do investimento em sistemas de coleta, tratamento e disposição do esgoto sanitário para a melhoria da qualidade de vida da população.

A situação do saneamento básico em alguns bairros do município de Soledade - PB é precária, há total falta de estrutura para coleta de esgoto doméstico. Grande parte das ruas está poluída esteticamente e o mau cheiro também é um quesito que afeta diretamente os moradores dos bairros. Os problemas relacionados ao saneamento básico acarretam vários prejuízos à qualidade da água e do meio ambiente, causando a proliferação de doenças, desvalorização local e atração de animais.

Constatou-se que mesmo havendo programas com diretrizes para a construção de infraestruturas urbanas e de saneamento, ainda possui carência na implantação efetiva das providências estabelecidas por tais programas e também pelas leis vigentes do município.

## REFERÊNCIAS

AESA. **Comitê Rio Paraíba, 2013**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 20 agos. 2015.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resíduos Sólidos Urbanos e Sistemas de Tratamento de Esgotos**. Disponível em; [http://www.anvisa.gov.br/hotsite/relatorio\\_atividades\\_06/relatorio\\_completo.pdf](http://www.anvisa.gov.br/hotsite/relatorio_atividades_06/relatorio_completo.pdf). Acesso em: 23 agos. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: referências e elaboração. Rio de Janeiro, agosto/2002.

BRASIL. Lei 11.445, 5 jan. 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007.

\_\_\_\_\_. BRASIL. Lei 12.305, 2 agos. 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Publicado no DOU de 3.8.2010.

DATASUS. SIAB – SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE ATENÇÃO BÁSICA. **Informações Estatísticas:** Situação de Saneamento. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/SIAB/index.php>. Acesso em: 28 agos. 2015.

ECOLIBRA – Ecolibra Engenharia, Projetos e Sustentabilidade. **Acervo técnico fotográfico de Soledade.** Balneário Camboriú, 2013.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico.** Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acessado em: 15 ago. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo populacional 2010.** Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br). Acessado em: 30 agos. 2015.

\_\_\_\_\_. IBGE – SIDRA-SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 agos. 2015.

\_\_\_\_\_. IBGE – SIDRA-SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 agos. 2015.

LEAL, F. C. T. **Sistemas de saneamento ambiental.** Faculdade de Engenharia da UFJF.

Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4. ed. Juiz de Fora, 2008.

MARINS, A.T.; MACHADO, D. T. Estudo dos impactos causados pela falta de saneamento básico no bairro medianeiro, Cachoeira do Sul-RS. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 15, 2010, Cachoeira do Sul. **Anais...** Cachoeira do Sul, SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2010. p. 1-9.

PEREIRA, H. dos S.; ANDRADE, J.R.R. de; PEIXOTO, M. do S.R.M.; SILVA, S.S.F. da; SOUZA, V.C. de. Replanejamento eco-econômico de materiais na percepção de ambientalistas. **Revista Tem@**, Campina Grande, v. 7, n. 10/11, p. 79-90, 2008.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO DE SOLEDADE. Diagnóstico técnico participativo da Prefeitura Municipal de Soledade. Ed. Ecolibra, 2014. 172p.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2010.

SILVA, N. B. da; NOLETO, T. M. S. J. Reflexão sobre o lixo, cidadania e consciência ecológica. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Avançado de Jataí, GO**, v.1, p. 1-14, 2004.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION – Water, Sanitation and Hygiene. Links to Health. November 2004. Disponível em: <http://www.who.int/eportuguese/publications/pt/>. Acessado em: 26 agos. 2015.





# **PROPOSTA ELEMENTAR DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN**

Maria Clara Torquato Salles<sup>1</sup> e Felipe Vercely Arrais de Andrade<sup>2</sup>

**RESUMO:** A importância dos zoneamentos deve-se ao seu funcionamento através de ações preventivas contra os possíveis problemas ambientais decorrentes do uso desordenado e da ocupação do solo de uma determinada região. Este estudo tem como objetivo elaborar uma proposta elementar de zoneamento ambiental para a área urbana do município de Mossoró visando despertar a orientação dos usos atuais e futuros do território municipal. As técnicas aplicadas para a proposta de zoneamento ambiental da área urbana fundamentaram-se na análise ambiental sistêmica, os meios físico, biótico e antrópico. A metodologia utilizada para confecção e interpretação dos mapas de vulnerabilidade ambiental, de uso e ocupação do solo e de zoneamento ambiental envolveram duas etapas de trabalho: análise de documentos cartográficos existentes e contextualização da área, assim como, dados de trabalhos secundários, onde foram identificadas onze zonas temáticas na zona urbana do município, considerando as zonas de maiores riscos, de risco intermediário e de baixo risco. O zoneamento ambiental mostrou-se como uma ferramenta eficiente para subsidiar a análise da zona urbana do município, bem como para propor um Zoneamento Ambiental formatado em dados oficiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso e ocupação do solo; Análise sistêmica; Vulnerabilidade.

---

<sup>1</sup> Gestora Ambiental, Doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, mariaclaratorquato@hotmail.com.

<sup>2</sup> Gestor Ambiental, Especialista em Gestão Ambiental com Ênfase em Auditoria e Perícia, Pós-Graduando em Geoprocessamento, Faculdade Integrada de Patos, FIP, Mossoró-RN. felipe\_vercely@hotmail.com.

## **BASIC PROPOSAL FOR ENVIRONMENTAL ZONING FOR URBAN AREA MOSSORÓ-RN CITY**

**ABSTRACT:** The importance of zoning is due to its operation through preventive measures against possible environmental problems arising from disordered use and occupation of land in a given region. This study aims to develop a basic proposal of environmental zoning for the urban area of the municipality of Mossoro at awakening the guidance of current and future uses of the municipal territory. The techniques applied to the proposal of environmental zoning of the urban area were based on systemic environmental analysis, physical, biotic and anthropic means. The methodology used for clothing and interpretation of environmental vulnerability maps, land use and occupation and environmental zoning involved two stages of work: analysis of existing cartographic documents and context of the area, as well as secondary jobs data, which have been identified eleven thematic areas in the urban area of the municipality, considering the areas of greatest risk, intermediate-risk and low risk. The environmental zoning proved to be an efficient tool to help analyze the urban area of the municipality, as well as to propose an Environmental Zoning formatted in official data.

**KEYWORDS:** Use and land occupation; Systemic analysis; Vulnerability.

### **INTRODUÇÃO**

O zoneamento é considerado como um instrumento do planejamento, que apresenta o objetivo de servir de instrumento de ordenação do território, auxiliando no próprio planejamento, apresentando uma vasta conceituação, tipos e finalidades. A importância dos zoneamentos deve-se ao seu funcionamento através de ações preventivas contra os possíveis problemas ambientais decorrentes do uso desordenado e da ocupação do solo de uma determinada região. O zoneamento aparece na Lei Federal nº6.938, de 31 de agosto de 1981 como um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981)

Considera-se o zoneamento como um instrumento para planejar e ordenar o território brasileiro, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais que nele acontecem. (...) voltado para a integração das ações e seus interesses em torno de um pacto pela gestão do território (MMA, 2006).

A justificativa dessa proposta baseia-se no fato de que no município de Mossoró

pode-se observar várias problemáticas e impactos decorrentes do processo de evolução desordenado, já que a cidade passou por processo de crescimento desenfreado e não planejado. Esses fatores, atrelados, acabam gerando inúmeros entraves em torno do uso e ocupação do solo urbano, tais como: conflitos socioambientais, desmatamento, construções e ocupações irregulares, falta de infraestrutura básica, déficit do saneamento ambiental, desigualdades sociais, especulação imobiliária, vulnerabilidades e deterioração dos sistemas naturais, problemáticas com o descarte de resíduos sólidos, abastecimento de água, poluição visual, descarga de efluentes as margens do Rio Apodi/Mossoró, aumento da frota de veículos automotivos, destruição do patrimônio histórico-arquitetônico, emissão de particulados, poluição sonora, diminuição da flora e fauna, mau uso de áreas agricultáveis, conflitos socioeconômicos, entre outros.

Este estudo tem como objetivo elaborar uma proposta elementar de zoneamento ambiental para a área urbana do município de Mossoró visando despertar a orientação dos usos atuais e futuros do território municipal a partir da análise de algumas características físicas, naturais e intervenções antrópicas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da Área de Estudo**

Situado na mesorregião Oeste do estado do Rio Grande do Norte, o município de Mossoró está localizado entre as capitais Natal/RN e Fortaleza/CE. O município, conta com uma área territorial de 2.099,328 Km<sup>2</sup>, equivalente a mais de 4,00% da superfície estadual, densidade demográfica de 123,76 (hab/Km<sup>2</sup>) baseado nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010 e com base nos dados da Prefeitura Municipal de Mossoró (2010) possui 52,83 Km<sup>2</sup> de zona urbanizável e 60,33 Km de perímetro urbano.

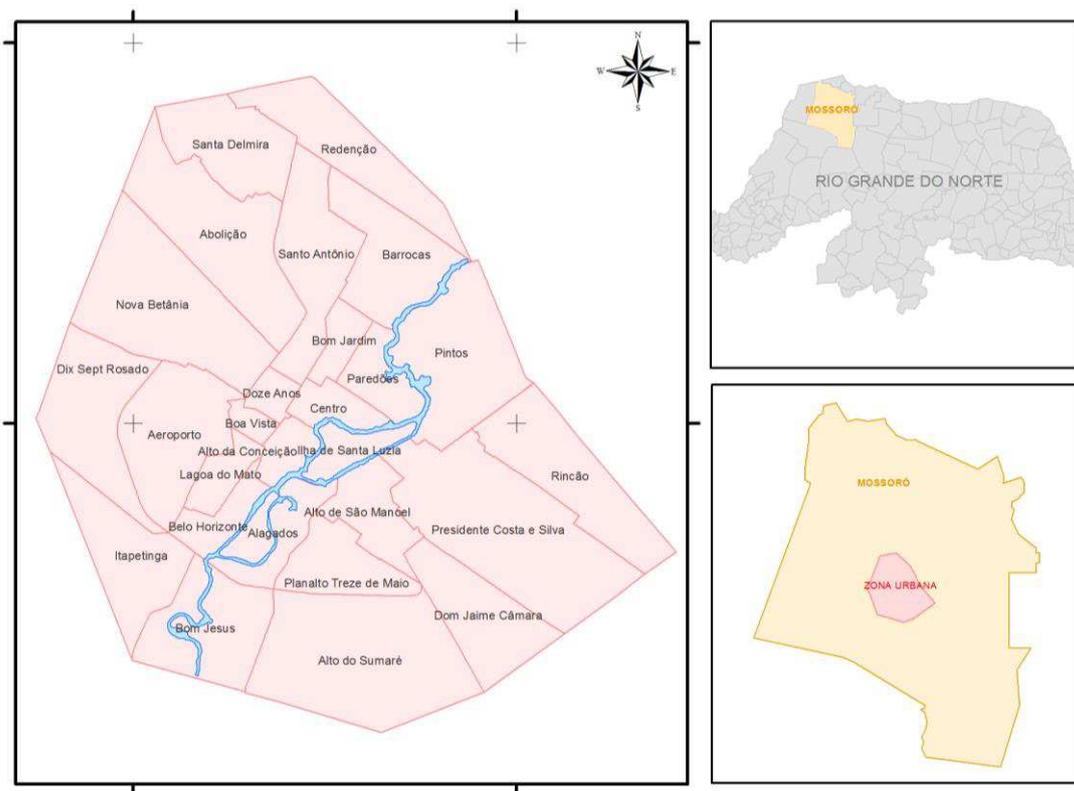
O município possui área territorial urbana de 101.420.995,5 m<sup>2</sup> e rural de 2.110.823.800,209m<sup>2</sup>, onde pode-se considerar que o município possui maior extensão territorial em área rural do que urbana.

Relacionada à distribuição da população em Mossoró, a zona urbana é formada por trinta bairros oficiais, que são: Abolição; Aeroporto; Alagados; Alto da Bela Vista; Alto da Conceição; Alto de São Manoel; Alto do Sumaré; Barrocas; Belo Horizonte; Boa

Vista; Bom Jardim. Bom Jesus; Centro; Dom Jaime Câmara; Doze Anos; Dix-Sept Rosado; Ilha de Santa Luzia; Lagoa do Mato; Monsenhor Américo; Nova Betânia; Paredões; Pintos; Planalto 13 de Maio; Presidente Costa e Silva; Redenção; Rincão; Santa Delmira; Santa Júlia; Santo Antônio e Itapetinga.

A distribuição oficial dos bairros, conforme o Plano Diretor Municipal, pode ser visualizada abaixo no Mapa de localização do município de Mossoró/RN com a delimitação dos bairros oficiais da área urbana (Figura 1). Ressalta-se que à época da elaboração do Plano Diretor Municipal, Mossoró ainda não possuía os 30 bairros oficiais que tem atualmente. Sendo assim, o mapa apresenta apenas os existentes à época, pois o Plano Diretor ainda não foi atualizado.

Figura 1– Mapa de localização do município de Mossoró/RN com a delimitação dos bairros oficiais da área urbana



Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Analisando esse aumento no número de bairros, percebe-se que a área urbana do município está crescendo e as áreas de periferias também, com forte concentração de problemas e riscos sociais e ambientais em determinadas localidades, além de condições so-

cioeconômicas extremamente desfavoráveis para alguns, com baixos níveis de renda, escolaridade e saneamento ambiental. Esses fatores, atrelados, contribuem para agravar o processo de risco e vulnerabilidade ambiental. A expansão urbana acelerada e desordenada em consonância com fortes pressões antrópicas sobre os recursos naturais tem provocados riscos e o surgimento de zonas de vulnerabilidade socioambientais no município.

### **Procedimentos Metodológicos**

As técnicas aplicadas para a proposta de zoneamento ambiental da área urbana do município de Mossoró fundamentaram-se na análise ambiental sistêmica, onde se reuniram, de forma integrada, os meios físico, biótico e antrópico (GRIGIO, 2008). A metodologia utilizada para confecção e interpretação dos mapas de vulnerabilidade ambiental, de uso e ocupação do solo e de zoneamento ambiental do município de Mossoró (produtos gerados para o artigo) foi adaptada de Almeida (2010) e Dias (2013), e, dentro dessa perspectiva, envolveram duas etapas de trabalho:

Na primeira etapa foi realizada uma análise de documentos cartográficos existentes, como a Carta Topográfica – SB.24 – X – D – I – MOSSORÓ, escala 1:100.000; elaboradas pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) em 1972, bem como também dos mapas do Plano Diretor Municipal, Lei Complementar nº 012, de 11 de dezembro de 2006 (PMM, 2006) do município de Mossoró. Os softwares utilizados para tabulação, elaboração e cruzamento dos dados e mapas foram o Microsoft Office Excel 2013 e o ArcGis 10.2, versão *Free Trial*.

Já na segunda etapa, posteriormente, foi feita uma contextualização para a execução dessa proposta utilizando como referência a Lei Complementar nº 012/06 (PMM, 2006) do município de Mossoró, assim como dados do universo do último Censo Demográfico do IBGE (2010), além de resultados de trabalhos científicos, como o de Salles (2013) e Andrade (2013).

Após a delimitação da área de estudo e compilação dos dados, gerou-se uma planilha com os seguintes dados do censo: renda *per capita*, infraestrutura, saúde, educação, saneamento, moradia e risco (Figura 2).

Figura 2– Tabela de cálculo da Vulnerabilidade

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	CD_GEOCODI	TIPO	NM_BAIRRO	NM_MUNICIP	NM_MICRO	NM_MESO	R_Percent	Saneado	ID_Risco	ID_Degrada	Vulnerab	AREA_HA				
2	240800305000225	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	18,51	4,42	1	2	3	65,24				
3	240800305000226	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	93,40	1	1	2	19,70				
4	240800305000227	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	8,06	1	2	3	12,92				
5	240800305000036	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	2,10	1	2	3	14,51				
6	240800305000037	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	40,21	1,22	1	2	3	28,94				
7	240800305000038	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	22,72	0,86	1	2	3	10,23				
8	240800305000039	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	12,33	4,74	1	2	3	9,47				
9	240800305000040	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	4,39	1	2	3	12,79				
10	240800305000041	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	0,00	1	2	3	10,25				
11	240800305000042	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	2,03	1	2	3	20,35				
12	240800305000043	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	27,50	2,25	1	2	3	28,84				
13	240800305000044	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	50,09	47,77	2	2	4	64,25				
14	240800305000045	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	20,11	99,28	1	1	2	11,58				
15	240800305000046	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	97,54	1	1	2	16,85				
16	240800305000047	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	99,69	1	1	2	12,75				
17	240800305000048	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	92,62	1	1	2	7,54				
18	240800305000049	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	98,91	1	1	2	8,24				
19	240800305000050	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	28,51	93,84	1	1	2	36,21				
20	240800305000051	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	3,95	1	2	3	7,82				
21	240800305000052	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	0,00	1,80	1	2	3	13,47				
22	240800305000224	URBANO	Aboli-úo	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	2,68	1,62	1	2	3	289,91				
23	240800305000021	URBANO	Aeroporto	MOSSOR-ó	MOSSOR-ó	OESTE POTIGUAR	23,12	8,02	1	2	3	17,19				

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Os dados das colunas G, H, I, J da planilha foram tabulados no Excel, de acordo com os dados do IBGE. Após isso foi feito um refinamento de acordo com os campos realizados previamente em trabalhos anteriores. Em seguida, a partir da intersecção desses dados, gerou-se a coluna K, onde foram elencadas as categorias de vulnerabilidade: baixa, média e alta (Quadro 1). Subsidiando, dessa forma, a delimitação das zonas de Vulnerabilidade Ambiental da zona urbana do município de Mossoró.

Quadro 1– Classes de Vulnerabilidade

CLASSES DE VULNERABILIDADE
2 = BAIXA
3 = MÉDIA
4 = ALTA

Já o mapa de Uso e Ocupação do Solo foi elaborado com base nas informações dispostas no Plano Diretor Municipal, sendo elencadas as classes de cobertura vegetal, área urbana, solo exposto, corpo hídrico e área agrícola. Essas classes foram representadas por números (Quadro 2) para o processamento dos dados, pois o software trabalha

melhor com esses. Foi feito também um refino nas áreas de acordo com imagens do Google Earth (Resolução 4K, março de 2014) e também através dos dados obtidos em levantamento de campo no referido município realizado na época da elaboração da dissertação de Salles (2013).

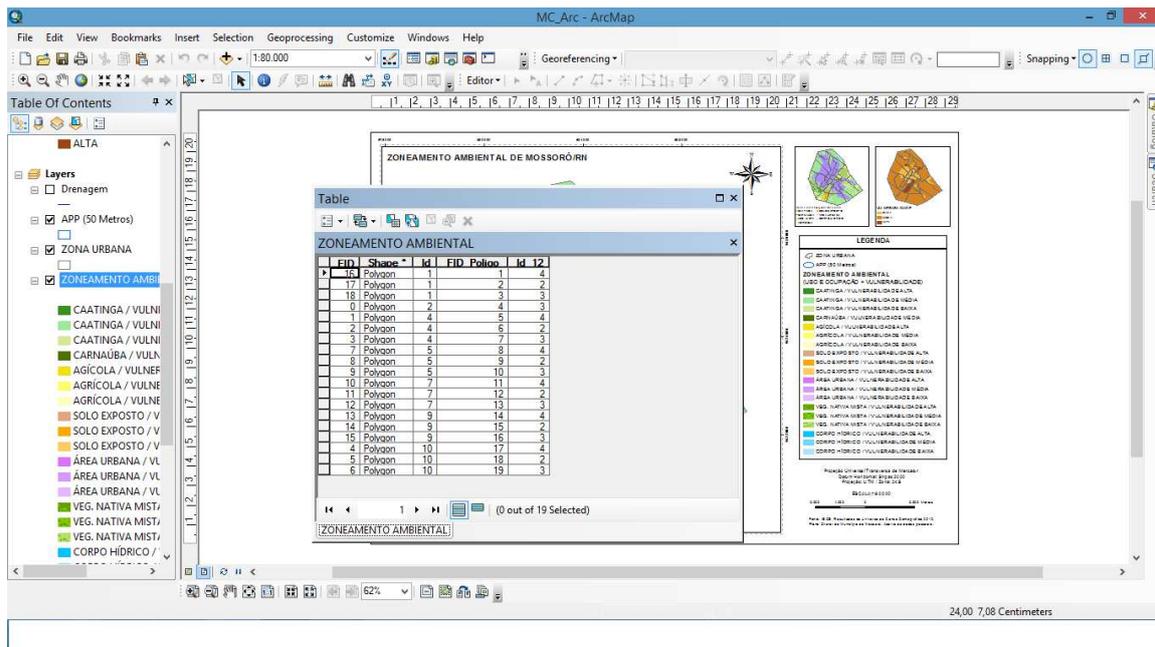
Quadro 2- Classes de Uso e Ocupação do Solo

<b>CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b>
1 = CAATINGA
2 = CARNAÚBA
3 = AGRÍCOLA
5 = SOLO EXPOSTO
7 = ÁREA URBANA
9 = VEG. MISTA
10 = CORPO HIDRICO

Por fim, para gerar o mapa de Zoneamento Ambiental de Mossoró, foram cruzados os mapas de Vulnerabilidade Ambiental, gerado a partir do censo IBGE (2010) e Uso e Ocupação do Solo, com base no Plano Diretor municipal (PMM, 2006). É importante destacar que a Vulnerabilidade Ambiental foi dividida em 3 categorias (alta, média e baixa), e Uso e Ocupação do Solo em 7 categorias. A interseção desses dados gerou 11 zonas temáticas na área urbana do município de Mossoró.

A Figura 3 mostra a planilha gerada com o cruzamento da vulnerabilidade com uso e ocupação do solo. Nela, a coluna “ID” corresponde as classes de uso e ocupação do solo, “ID12” são as classes de vulnerabilidade, e “FID\_Poligno” é o resultado do cruzamento entre uso e vulnerabilidade.

Figura 3 – Planilha sendo importada do Excel para o ArcGis

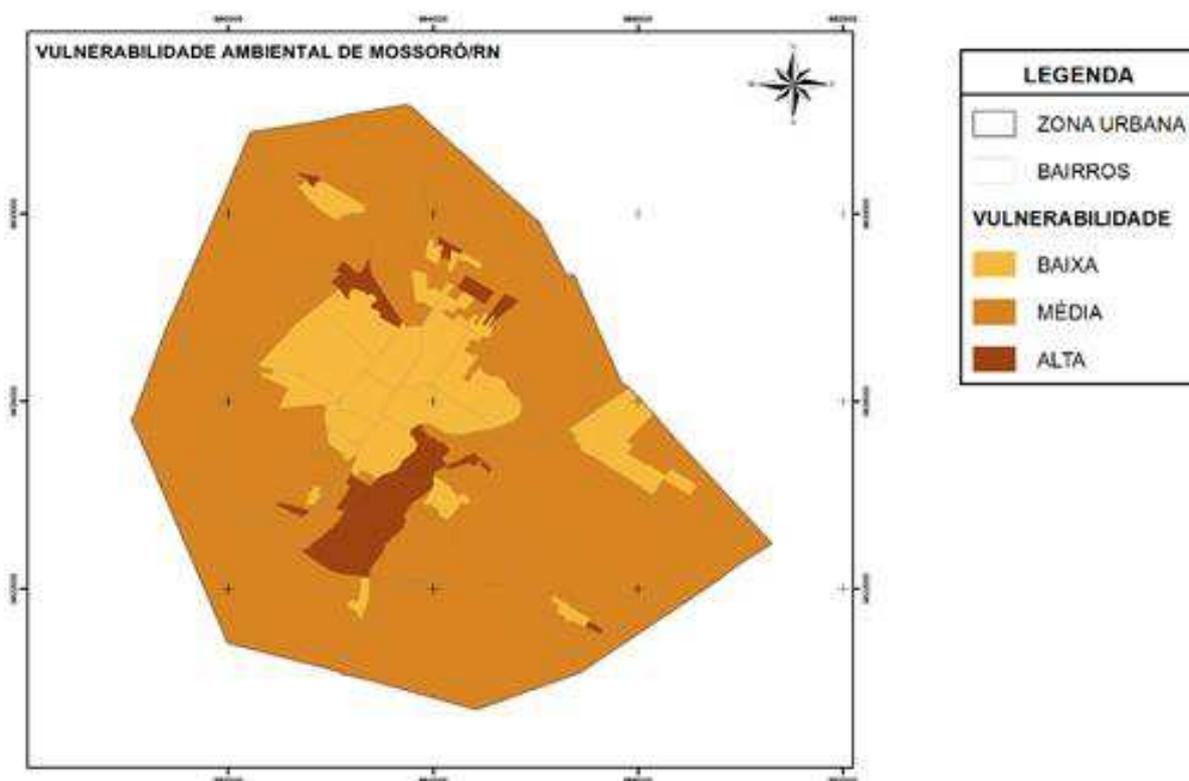


Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processamento dos dados foram gerados três produtos cartográficos: o mapa de Vulnerabilidade Ambiental, o de Uso e Ocupação do Solo e o de Zoneamento Ambiental. Analisando o primeiro deles, o de Vulnerabilidade Ambiental (Figura 4), pode-se perceber que a área onde incide a vulnerabilidade mais acentuada localiza-se na porção central da zona urbana do município, ao longo do trecho do Rio Apodi-Mossoró.

Figura 4– Mapa de Vulnerabilidade Ambiental de Mossoró/RN



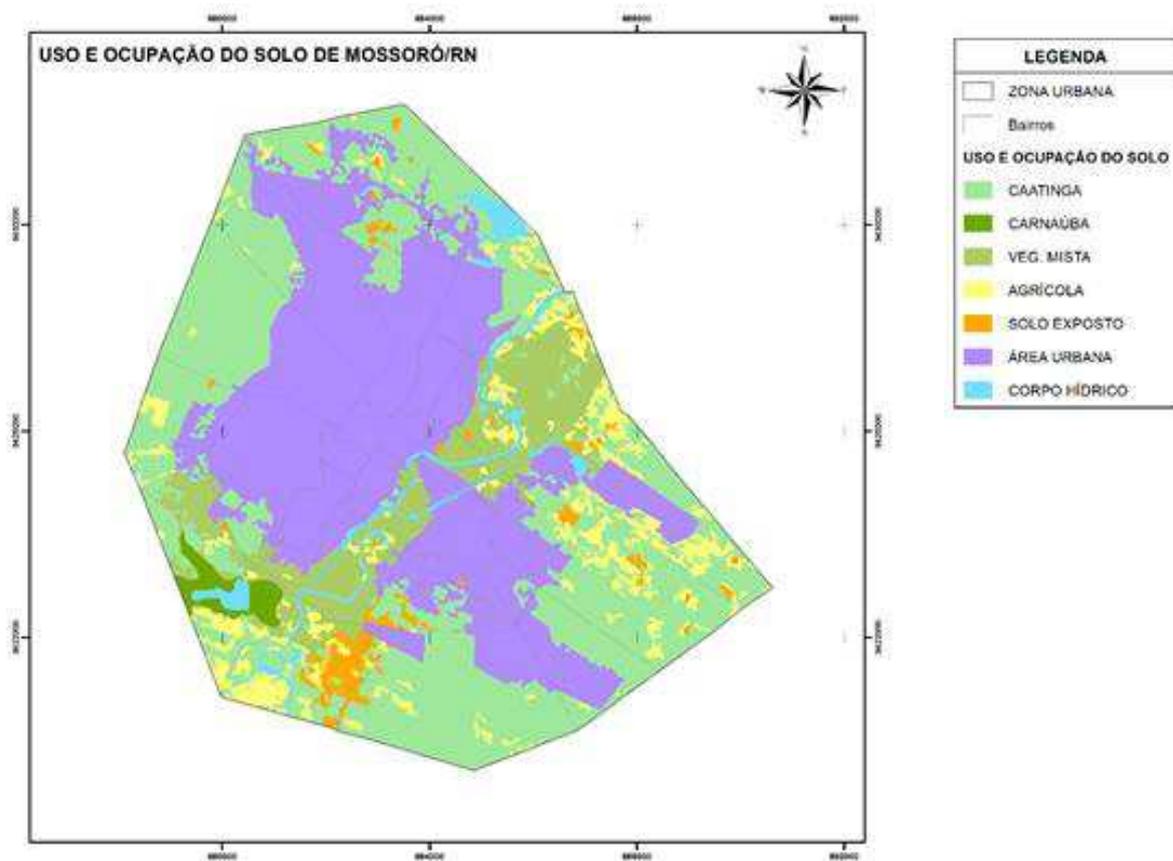
Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

De acordo com Mendonça e Leitão (2008) esse fator é causado porque as populações menos favorecidas economicamente tendem a ocupar as áreas irregulares do ponto de vista legal. Os autores enfatizam que essas áreas são em sua maioria de grande fragilidade ambiental e cita os mananciais de abastecimento, beiras rios, áreas inundáveis, terrenos aos arredores de lixões, entre outros, fato que eles afirmam serem recorrentes nas diversas regiões brasileiras.

A análise desse mapa mostra ainda que a maior parte da área urbana do município de Mossoró encontra-se exposta a uma vulnerabilidade ambiental média e as áreas de baixa vulnerabilidade são aquelas onde o saneamento básico está presente.

Já o mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figura 5) apresenta as feições elencadas pelo Plano Diretor Municipal para o ano de 2006, ano de sua publicação. Nele, identificamos que a área central da zona em questão é completamente urbanizada, tendo sido, portanto, marcada por intensa intervenção antrópica.

Figura 5– Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Mossoró/RN



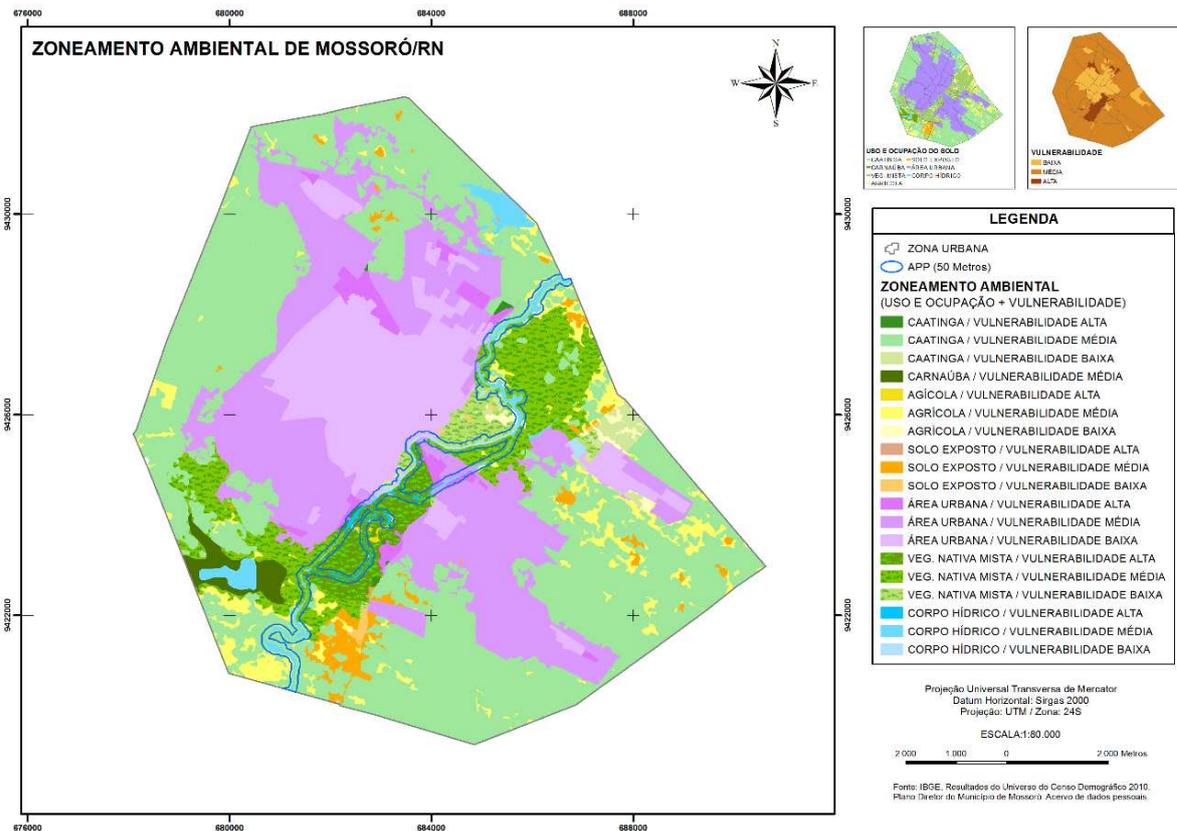
Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

Percebemos ainda que a vegetação predominante no município é a típica da caatinga, onde visualizamos sua maior ocorrência nas áreas que circundam a área urbanizada. Ainda nesse mapa, podemos destacar que as margens do Rio Apodi-Mossoró são predominantemente cobertas por Vegetação Mista, destacando a presença da Carnaúba; e em menor proporção, por áreas agrícolas.

Cruzando os dados dos Figuras 4 e 5 gerou-se o Figura 6 – Zoneamento Ambiental de Mossoró/RN. Nele, identificamos 11 zonas temáticas na zona urbana do município. Sendo essas a intersecção entre as classes de vulnerabilidade e uso e ocupação do solo.

Foram consideradas as zonas de maiores riscos como de vulnerabilidade alta, zonas de risco intermediário como de vulnerabilidade média e zonas de baixo risco como de vulnerabilidade baixa.

Figura 6– Mapa do Zoneamento Ambiental de Mossoró/RN



Fonte: Elaborado pelos autores, 2015

Especificando essas categorias na área urbana do município tem-se, zona de caatinga (vulnerabilidade alta, média e baixa), zona de carnaúba (vulnerabilidade média), zona agrícola (vulnerabilidade alta, média e baixa), zona de solo exposto (vulnerabilidade alta, média e baixa), zona de área urbana (vulnerabilidade alta, média e baixa), zona de vegetação nativa mista (vulnerabilidade alta, média e baixa) e zona de corpo hídrico (vulnerabilidade alta, média e baixa).

Com essa proposta de Zoneamento Ambiental para a zona urbana do município de Mossoró, percebe-se que existem alternativas viáveis para se planejar e trabalhar concomitantemente o ambiental, o social e o econômico. Portanto, torna-se necessária a efetiva instituição de instrumentos de organização do espaço, a serem obrigatoriamente seguidas na implantação de leis, planos, obras e atividades públicas e privadas, que estabeleçam medidas e padrões de proteção ambiental, dos recursos naturais, que possa propiciar a melhoria das condições de vida das populações. Instrumentos como as políticas ambientais e urbanas, que ganham forma a partir do planejamento físico territorial e ambiental.

Onde a Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001, estabelece diretrizes gerais

para a política urbana e dá outras providências, dentre elas, no seu Artigo 41, reza que o Plano Diretor é obrigatório para municípios com mais de vinte mil habitantes e para aqueles que estejam inseridos em áreas de especial interesse turístico, em regiões metropolitanas e aglomerações urbanas ou ainda que em área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental (BRASIL, 2001).

Já que o planejamento do uso e ocupação das terras em áreas urbanas e rurais é competência municipal e a gestão ambiental integrada deve ser prioridade em toda gestão municipal. O Plano Diretor é um dos principais instrumentos que um município dispõe para organizar o seu território, as suas atividades, e também o meio para se atingir a desejada qualidade de vida para as populações. Assim como o Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 2001) estabelece as diretrizes gerais da política urbana, ele também define as bases para a elaboração do Plano Diretor.

## **CONCLUSÕES**

As técnicas de processamento de dados aliadas ao uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) foram comprovadas como ferramentas eficientes para subsidiar a análise da zona urbana do município de Mossoró, bem como para propor um Zoneamento Ambiental formatado em dados oficiais.

Dessa forma, com um adequado planejamento, e mais à frente, ações continuadas, pode-se obter um resultado muito satisfatório no tangente a compreender como se dá a evolução da dinâmica do uso e ocupação do solo no município, como também delimitar zonas que facilitam e subsidiam a proposição de políticas públicas e ambientais adequadas para a cidade.

O Zoneamento Ambiental permite conhecer os atributos naturais da área de estudo, contribuindo para que o seu planejamento busque minimizar os impactos existentes e indique caminhos para o desenvolvimento com qualidade ambiental e, conseqüentemente, qualidade de vida aos cidadãos. Pode-se concluir que o zoneamento deverá interagir com outros projetos e outras políticas já existentes e já exercitadas na área de sua intervenção, os eixos de desenvolvimento, as políticas de fomento regional, a dinâmica socioeconômica, a fim de evitar indefinições.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da Bolsa de Pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará.** Tese (Doutorado). Rio Claro-SP: [s.n.], 2010.

ANDRADE, F. V. A. **Análise multitemporal do uso e ocupação do solo do município de Mossoró (RN) entre os anos de 2008 e 2010.** 2013. 55 f. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental). Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2013.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 01 nov. 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 06 nov. 2015.

DIAS, G. H. **Identificação da vulnerabilidade socioambiental na área urbana de Mossoró-RN, a partir do uso de técnicas de análises espaciais.** 2013. 166 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais). Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2013.

GRIGIO, A. M. **Evolução da paisagem do baixo curso do rio Piranhas-Assu (1988-2024): Uso de autômatos celulares em modelos dinâmico espacial para simulação de**

**cenários futuros**. 2008. 217 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: < [http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/sinopse\\_tab\\_uf\\_zip.shtm](http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/sinopse_tab_uf_zip.shtm)>. Acesso em: 16 jun. 2015

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@ on line**. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 04 jul. 2011.

PMM. Prefeitura Municipal de Mossoró. **Plano Diretor de Mossoró**. Lei Complementar nº 012, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mossoró e dá outras providências, 2006.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Mossoró. **Alteração, inclusão e definição de novas delimitações do Perímetro Urbano**. Lei nº 2.935, de 29 de novembro de 2012. Dispõe sobre a alteração, inclusão e definição de novas delimitações do Perímetro Urbano do Município de Mossoró, e da outras providências. Jornal Oficial de Mossoró, Poder Executivo, Mossoró, RN, 30 nov. 2012. Ano V, número 175, p.1.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Mossoró. **Relatório do Diagnóstico do município de Mossoró**. Relatório elaborado pela equipe técnica para propiciar a construção do Plano Diretor Municipal, 2005.

MENDONÇA, F. A; LEITÃO, S. A. M. Risco e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. **GeoTextos**, v. 4, n. 1 e 2, p. 145-163, 2008.

SALLES, M. C. T. **Análise das potencialidades e fragilidades da política urbana e ambiental do município de Mossoró (RN)**. 2013. 164f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais). Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2013.

# RIO PARAÍBA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA OBRA DE JOSÉ LINS DO REGO: UMA ANÁLISE HISTÓRICO-AMBIENTAL

Catarina de Oliveira Buriti<sup>1</sup> e Erivaldo Moreira Barbosa<sup>2</sup>

**RESUMO:** O presente artigo é resultado de uma pesquisa de caráter histórico-ambiental que consiste em analisar o modo como o rio Paraíba do Norte e a sociedade canaveira desenvolvida às suas margens foram representados na obra do escritor José Lins do Rego. Considerando esse rio como o principal manancial hídrico do estado da Paraíba, em torno do qual se desenvolveu o povoamento do seu solo, o trabalho analisa as obras *Menino de Engenho* (1932) e *Usina* (1936), que retratam as mudanças que ocorreram na relação entre sociedade e ambiente hídrico quando da instalação das fábricas de açúcar, em substituição aos tradicionais engenhos. Com base na pesquisa, constatou-se que o escritor paraibano antecipou o debate sobre questões ecológicas, sobre a necessidade de conservação do patrimônio natural hídrico e sua obra representou uma verdadeira denúncia contra a degradação ambiental que a avidez das fábricas veio provocar à cultura, à sociedade e aos recursos naturais da região litorânea do Rio Paraíba.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambiente; Literatura; História.

---

1 Jornalista (UEPB), historiadora (UFCG) e mestre em História, Cultura e Sociedade (UFCG). Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG). Integra a equipe técnica do Insa/MCTI. E-mail: catarina.buriti@gmail.com.

2 Pós-Doutor em Educação (UEPB), Doutor em Recursos Naturais (UFCG), Mestre em Ciências Jurídicas (UEPB) e Graduado em Direito (UEPB). Professor Associado da UFCG. E-mail: erifat@terra.com.br.

**PARAÍBA RIVER AND ENVIRONMENTAL DETERIORATION  
IN THE WORK OF JOSÉ LINS DO REGO:  
AN HISTORICAL AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS**

**ABSTRACT:** This article is the result of a historical and environmental character of research and it examines how the Paraíba river and sugarcane society represented in the work of the writer José Lins do Rego. Considering this river as the main water sources of the state of Paraíba, around which developed the population of its soil, the paper analyzes the works "Menino de Engenho" (1932) and "Usina" (1936), depicting the changes that occurred in relationship between society and water environment when the installation of sugar factories, replacing the traditional mills. Based on the research, it was found that the writer anticipated the debate about ecological issues on the need for conservation of water natural heritage and his work represented a real indictment against environmental degradation that the greed of the factories has provoked culture, society and natural resources of the coastal region of Paraíba River.

**KEYWORDS:** Environment; Literature; History.

## **INTRODUÇÃO**

O presente artigo é resultado de uma pesquisa de caráter histórico-ambiental que consiste em analisar o modo como o rio Paraíba do Norte e a sociedade canavieira desenvolvida às suas margens foram representados na obra do escritor José Lins do Rego<sup>4</sup>. Considerando esse rio como o principal manancial hídrico do estado da Paraíba, em torno do qual se desenvolveu o povoamento do seu solo, nosso enfoque será dado à análise das obras *Menino de Engenho* (1932), cuja narrativa se desenvolve ainda no tempo dos engenhos; em seguida, tomando como fonte *Usina* (1936), última obra do escritor no “ciclo da cana-de-açúcar”, buscaremos investigar as mudanças que ocorreram nessa relação entre sociedade e ambiente hídrico quando da instalação das fábricas de açúcar.

---

<sup>4</sup> José Lins do Rego Cavalcanti nasceu no município de Pilar (PB), em 1901, e morreu no Rio de Janeiro, em 1957. Foi um escritor brasileiro que, ao lado de Graciliano Ramos, Érico Veríssimo, Rachel de Queiroz e Jorge Amado, figura como um dos romancistas regionalistas mais prestigiosos da literatura nacional. Escreveu cinco livros que compõem o que chamou de “ciclo da cana de açúcar”, são eles: *Menino de engenho* (1932), seguido de *Doidinho* (1933), *Banguê* (1934), *O Moleque Ricardo* (1935) e *Usina* (1936). A série de romances aborda a substituição dos engenhos pelas grandes usinas no Litoral Atlântico do Nordeste brasileiro.

Neste sentido, iremos investigar os olhares do escritor José Lins do Rego expressos nessas obras, particularmente no que diz respeito à degradação dos recursos naturais provocada pela sociedade canavieira da Zona da Mata do Nordeste. Buscaremos identificar as motivações que levaram esse escritor a se preocupar de forma tão incisiva com a degradação do rio Paraíba, em uma época na qual ainda não era comum se preocupar com a preservação ambiental. Afinal, José Lins do Rego foi um escritor *avant la lettre* e sua obra, ao tratar da preservação dos recursos naturais, já representava uma voz “antecipadamente ecológica” em sua época?

Um dos significados da palavra Paraíba, que deu nome à província e, mais tarde, ao Estado, de origem Tupi, é rio mau, rio que não se presta à navegação, o que remete às dificuldades naturais do início da colonização, por ocasião das cheias. Sua ocupação definitiva deu-se no século XVI, no início da colonização portuguesa, começando pela Várzea, próxima ao litoral, e adentrando-se pelos “sertões” no decorrer dos séculos, ao compasso do devassamento do gado pelo interior dos catingais (SILVA, 2003). Nesse sentido, a história da Paraíba se confunde com a do próprio rio.

O Paraíba do Norte se constitui como o mais importante rio do Estado<sup>5</sup>. A variabilidade climática é o fator natural que o singulariza, uma vez que o rio nasce numa região semiárida, a microrregião do Cariri, e deságua na planície litorânea, onde predominou toda a suntuosidade da sociedade canavieira (*Ibidem*). Dessa característica natural resulta a irregularidade do rio, cuja tendência era ficar completamente seco em determinados períodos e, na mesma extensão, cheio em outros momentos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A literatura possui uma perspectiva diferencial de conferir olhares multifacetados capazes de dar materialidade e visibilidade a diversas possibilidades de interação do ser humano com o ambiente. Como modalidade específica de leitura do mundo, a literatura possui, por meio das virtualidades imagéticas que lhe são peculiares, a capacidade de antecipar situações e acontecimentos. Por essa razão, ela pode contribuir, em muitos casos, de forma mais abrangente que outras formas de conhecimento – científico, filosófico

---

<sup>5</sup> Com base em Barbosa (2007, p. 154-155), de acordo com a Constituição Federal vigente, as águas são bens da União e dos Estados. À essa primeira instância política, no caso, a União, compete criar o direito das águas, enquanto que aos Estados permite-se legislar, por meio de normas administrativas, os recursos hídricos sob seus domínios, enquanto que aos municípios, compete-se apenas cuidar das drenagens urbana e às vezes rural.

ou mesmo político – para expressar e traduzir diferentes maneiras de a sociedade se relacionar com o mundo natural (SCARPELLI, 2007).

Tal visão é reforçada por reconhecidos estudiosos do campo literário. É o caso de Todorov (2009), ao afirmar que uma obra literária tem a capacidade de contribuir para uma percepção mais perspicaz da vida humana e de provocar transformações na vida social. Umberto Eco (1994) também assegura que não há literatura sem vínculos com o mundo real, visto que o escritor se vale de elementos e experiências das vivências efetivas dos homens e mulheres para compor sua narrativa. Ginzburg (2007) também afirma que a literatura é “entranhada” de história, que a obra literária, independente das suas características, presta-se a uma abordagem histórica e é uma forma peculiar que nos permite melhor compreender uma época, um modo específico de leitura da vida que, muitas vezes, fornece elementos que nos possibilita alcançar topografias que outras fontes tradicionais não nos permite.

No caso deste trabalho, pretende-se repensar as sensibilidades historicamente constituídas pelo escritor José Lins do Rego em defesa da natureza e, especialmente, do rio Paraíba, com o qual mantinha, em sua memória, fortes elos afetivos, ressignificados desde sua infância. Ele demonstra como a monocultura açucareira, com a instalação das usinas, transformou a terra, as águas, bem como a vida dos moradores, causando profundos impactos sobre o ambiente e sobre a sociedade que se reestruturava naquele espaço.

Para fins de delimitação da área de estudo, a topografia de nossa pesquisa se pauta sobre o quadro natural do curso inferior, o baixo Paraíba, representado nos romances tomados como fontes para o presente estudo. O baixo curso do rio Paraíba é uma região histórica e cultural que tem seu início em Pilar, descendo até a foz do rio, em Cabedelo, numa extensão de aproximadamente 80 quilômetros. Compreende os municípios de Cabedelo, Bayeux, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, São Miguel de Taipú e Pilar (SILVA, *op. cit.*).

No próximo item, iremos demonstrar o modo como o rio Paraíba foi representado na obra *Menino de Engenho*, problematizando a noção que o narrador procura expressar a respeito de que, nos tempos dos engenhos, supostamente vivia-se uma harmonia social no ambiente dos engenhos.

## **RIO PARAÍBA DO NORTE E SOCIEDADE CANAVIEIRA NA OBRA *MENINO DE ENGENHO***

No alvorecer dos anos 1930, a sociedade brasileira passava por um momento de incertezas e indefinições no campo político, econômico, social e cultural. O Nordeste, particularmente, desde fins do século XIX, com a decadência da cultura agroexportadora de açúcar e algodão, e com a importância crescente da economia cafeeira do Sul, perdia a posição de centro hegemônico da economia brasileira e atravessava um período decisivo de decadência das elites que dominavam a região.

*Menino de Engenho* foi a primeira obra de José Lins, publicada em 1932, quando se discutia novos rumos para o país e para a região, após a avalanche de mudanças que perpassavam a sociedade. Era um tempo de inquietação e incertezas, antes da polarização esquerda-direita figurar como duas possibilidades extremas para definir o destino político do país, a partir de 1933. Nesse cenário, referido escritor se voltou para o passado, para as reminiscências da memória que fixariam na literatura todo o esplendor e a suntuosidade que fez da sociedade canavieira uma civilização de costumes e modos de vida refinados.

Na obra de José Lins prevalece, no entanto, a ordem natural das coisas, de uma hierarquia solidificada que não devia ser posta em questão, era “vontade de Deus” que ex-escravos, trabalhadores do eito, negros, pobres, senhores de engenho, família do patriarca, estivessem cada um em seu merecido lugar e que vivessem felizes e satisfeitos com a situação que lhe era própria. Perpetuava-se, assim, essa forma de organização social que se pretendia harmonicamente desigual e estratificada, embora as contradições viessem à tona e logo fossem escamoteadas pelo escritor.

No cotidiano do engenho, ganhava espaço o idílio e a intimidade das pessoas com a natureza. O rio Paraíba era “serviçal” não apenas para o patriarca. É certo que se subordinava no mais das vezes a este, no entanto, oferecia aos pobres e trabalhadores suas margens para que pudessem plantar, colher seus frutos, pescar e caçar na mata que o cercava, além dos banhos, da água, do meio de transporte, etc. Como espaço de sociabilidade, o rio Paraíba serviu de cenário para assentar a mais sólida civilização agrária dos portugueses nas terras dos trópicos, marcando a sua paisagem física e cultural, bem como atuando como um auxiliar poderoso da colonização. Gilberto Freyre assinala que no Nordeste da cana-de-açúcar, a água se constituiu enquanto o elemento da natureza que agiu mais poderosamente para a regularização da vida socioeconômica e que sem ela não teria prosperado desde o século XVI uma lavoura tão dependente dos rios, dos riachos e das chuvas (FREYRE, 1985).

No romance *Menino de Engenho*, o narrador demonstra um ideal de vida no engenho Santa Rosa, que atravessava o momento de pleno apogeu, quando gerido por um senhor considerado “justo” e “bondoso”. O coronel proprietário do engenho parecia viver em completa sintonia com sua terra e com sua gente. O engenho seria, por assim dizer, um espaço sem conflitos que retrataria em miniatura um ambiente social mais amplo, no qual prevalecia a harmonia das relações (BUENO, 2006).

A personagem Carlinhos, neta do Coronel José Paulino, poderoso senhor do engenho Santa Rosa, é trazida do Recife quando tinha apenas quatro anos para morar nas terras do avô. Por meio da narrativa, é possível observar a relação de intimidade e de pertencimento que se estabelecia entre o homem e o rio durante os tempos do engenho. O Paraíba fazia parte do cotidiano da população de maneira muito próxima, construindo um relacionamento íntimo entre cultura e natureza, talvez inconcebível a partir das mudanças que as fábricas açucareiras trariam para aquele espaço, quando as águas desse manancial seriam submetidas a um acelerado processo de degradação.

Experiência similar foi registrada em diversos outros rios brasileiros, a exemplo do Tietê, embora sob outras condicionantes, que interromperam essa relação de intimidade entre sociedade e ambiente. De acordo com Jorge (2007), é com nostalgia e indignação que algumas pessoas que moravam aos arrabaldes daquele rio buscam manter viva a memória de um convívio bruscamente interrompido entre os moradores e o Tietê, degradando aquele manancial hídrico socialmente valorizado para beneficiar a industrialização e a urbanização desorganizada. O rio da capital paulista era lugar de trabalho, de lazer e de convívio social, o que contrasta com o Tietê dos dias atuais. Nesse sentido, para que a recuperação ambiental da cidade seja alcançada, “é imprescindível compreender os processos sociais que levaram à degradação do Tietê e reatar os laços de pertencimento que aproximavam os moradores de São Paulo de seus rios – o que pode ser feito através da história” (*Ibidem*).

Essa visão está em consonância com a visão de Schama (1996), ao afirmar que ao longo dos séculos formaram-se hábitos culturais que nos levaram a estabelecer com a natureza uma relação outra que não a de simplesmente explorá-la. Nesse sentido, *Menino de engenho* pode ser considerada uma das obras dos “zelosos guardiões da lembrança da paisagem” (*Ibidem*, 1996, p. 25), em especial, quando se trata das lembranças do rio Paraíba do Norte e das relações de pertencimento e de intimidade que as populações que habitavam suas várzeas e caatingas atribuíam às suas águas, independentemente da categoria social a qual pertenciam.

Para refletirmos sobre o relacionamento do ser humano com o rio Paraíba torna-se necessário, portanto, considerar o modo como em determinados momentos do processo histórico os laços de pertencimento e de intimidade foram perdidos, receberam novos significados, em razão das transformações pelas quais passou a sociedade que com ele interagiu. Essas visões históricas podem contribuir para incentivar a recuperação desses ambientes e as práticas de conservação nos dias atuais. Nessa perspectiva, para pensarmos novas possibilidades de relação entre cultura e natureza, é preciso recuperar a percepção de outras posturas e atitudes que a sociedade estabeleceu com esse manancial hídrico em períodos históricos específicos, no caso em apreço, durante a economia baseada nos engenhos da sociedade patriarcal do Nordeste.

Deste modo, os aspectos ambientalistas que perpassam o campo da disciplina histórica possuem o potencial de oferecer novas significações e, conseqüentemente, diferentes formas de relacionamento entre sociedade e natureza, que não se constituem apenas como práticas predatórias e de exploração. Isso nos permite situar enfaticamente posturas políticas estimuladas pela história ambiental, traduzidas pela valorização da historicidade que marca a interação entre sociedade e ambiente, visando promover atitudes de conservação ambiental.

O rio Paraíba é um dos rios do Nordeste oriental no qual se sedentarizou uma economia, sociedade e cultura baseada na lavoura de cana-de-açúcar. O rio “serviçal” acolheu o colonizador com todas as suas ambições e permitiu que ele modificasse a paisagem e a impusesse uma ordem própria, notadamente, o tripé engenho, casa-grande (com senzala) e capela. De acordo com as visões, percepções e valores culturais daquela sociedade, foram instauradas determinadas práticas e sociabilidades em interação com o rio Paraíba.

Em *Menino de engenho*, o narrador afirma que “nas grandes secas o povo pobre vivia da água salobra e das vazantes do Paraíba”, o que demonstra o caráter social que o rio assumia junto às pessoas, auxiliando-lhe a garantir sua sobrevivência nos períodos de dificuldades, sobretudo em virtude das precárias condições que enfrentavam no cotidiano do trabalho. Observa-se como o rio, mesmo seco, continuava oferecendo vantagens àquele povo para que tirassem dele seu sustento, em especial dos moradores da zona semiárida que afluíam para o litoral durante os períodos de seca. Os trabalhadores confiavam no Paraíba que, por sua vez, os beneficiavam, inclusive nos momentos de seca, cumprindo, quiçá, o papel de protetor que em tese deveria ser cumprido pelo poderoso senhor de engenho para o qual prestavam serviços. Desse modo, constata-se que embora José

Lins configure o espaço do engenho como sendo harmônico e sem diferenças, as contradições sociais são flagrantes em sua obra e o rio é quem auxilia os homens e mulheres pobres que viviam sob precárias condições de vida e de trabalho naquele ambiente.

Em razão de esse escritor manter ligações próximas de parentesco com o sistema patriarcal cimentado nos engenhos de cana-de-açúcar, os populares são situados por ele como parte dessa conjuntura supostamente sem contradições e sem diferenças. No entanto, o cotidiano dos sujeitos sociais pobres que atuavam nas várzeas do Paraíba era marcado por inúmeras contradições, por privações e por diversas necessidades. A relação de pertencimento e de intimidade que esses moradores mantinham com o rio, parece ser uma das possibilidades que encontravam para garantir sua sobrevivência, em um meio marcado por relações sociais assimétricas, patriarcais, elitistas e hierarquizadas. O rio Paraíba atua, nesse sentido, durante o período dos engenhos de cana-de-açúcar, como o espaço democrático, como a “dádiva divina” enviada dos céus para aqueles homens e mulheres oprimidos pelo sistema.

A obra apresenta como, no período das cheias do Paraíba, o senhor de engenho, coronel José Paulino, avô de Carlinhos, atuava como uma espécie de “protetor” da sua gente:

Fomos ver o rio. E pouco andamos, porque já estava entrando pelas estrebarias. O marizeiro que ficava embaixo, a correnteza corria por cima dele. Era um mar d’água roncando. O meu avô com aquele seu capote de lã, comandava o pessoal como um capitão de navio em tempestade. [...] É preciso mandar canoa para o povo da ponte. Lá é mais baixo, deve haver precisão de socorro”.

E José Ludovina seguiu com a canoa pela várzea. Já estava tudo tomado pelas águas (REGO, 1992, p. 27).

Essa suposta proteção, mencionada pelo narrador da obra, que existia no tempo dos engenhos, desapareceu com as mudanças que ocorreram nos marcos da modernidade. Em *Usina*, conforme iremos analisar mais adiante, esboça-se todo um quadro de saudosismo e nostalgia em relação a esses tempos em que havia essa “proteção” do proprietário do engenho para com os moradores e trabalhadores de suas terras. Para o escritor, com a emergência da modernidade e de todo aparato técnico-científico que seria instalado, substituindo os engenhos pelas usinas, haveria a desumanização do proprietário em relação à sua gente, às águas, às terras, etc.

Vale salientar, no entanto, os limites dessa “proteção” nos tempos do engenho, uma vez que aquela população que trabalhava cerca de doze horas diárias, usufruía de precárias condições de vida e de trabalho. Nesse sentido, a usina veio apenas intensificar uma situação já evidente, embora fosse escamoteada pelo escritor em *Menino de Engenho*, quando buscou construir a conciliação e a harmonia entre as tensões que permeavam o cotidiano dos diversos segmentos sociais que compunham o espaço do engenho.

Assim, nota-se que não obstante o escritor parecesse buscar no passado a construção de um mundo perfeito e harmônico nos tempos áureos dos engenhos, eram evidentes as contradições que perpassavam aquela sociedade. Em certo sentido, as intensas diferenças sociais eram escamoteadas pelo romancista, em razão de ser neto de senhor de engenho e pertencer à manutenção daquele sistema.

Mas até que ponto as limitações do lugar social que ocupava José Lins influenciaram sua visão em relação às denúncias de degradação social e ambiental provocadas pela sociedade canavieira que se modernizava? No próximo item, iremos nos deter à análise do romance *Usina*, discutindo as condições históricas de possibilidades que condicionaram o escritor paraibano a intensa deterioração das águas provocadas pela agroindústria açucareira na região do baixo Paraíba.

## **A OBRA *USINA*, NOVAS SOCIABILIDADES E DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO PARAÍBA**

Durante as primeiras décadas do século XX, as transformações que marcaram o Brasil, em especial, o Nordeste, notadamente o declínio do sistema agroexportador do açúcar e do algodão que possibilitou a emergência de novos rearranjos sociais, econômicos e políticos nessa sociedade, deram lugar a um processo de modernização e industrialização que resultaria em formas diferenciadas de interação com o ambiente.

Se em *Menino de Engenho* assiste-se ao cotidiano do engenho por meio da voz narrativa de Carlinhos, um menino da casa-grande, no romance *Usina*, é por intermédio de Ricardo, um moleque da bagaceira, que iremos problematizar as mudanças ocorridas naquela cultura que se desenvolveu e se transformou às margens do rio Paraíba, assinalando que o próprio significado e as percepções atribuídas ao rio também passaram por intensas mudanças.

No início da trama, Ricardo, depois de oito anos longe do engenho, retorna curioso por saber como estaria o Santa Rosa transformado em usina. Ainda no trem, observa que

“a várzea do Paraíba estava ali coberta de cana, estendida pelas margens do rio, subindo até o pé das caatingas. A cana subia e descia pelas encostas. Aonde não via cana, balançando ao vento, o mato rasteiro cobria a terra que descansava para o outro ano” (REGO, *op. cit.*).

Sabe-se que a instalação da agroindústria açucareira na região do baixo Paraíba trouxe mudanças as mais diversas na forma de organização social daquele território e profundos foram os danos que se verificaram nesses rios em consequência dos despejos das caldas das destilarias de álcool, a partir das primeiras décadas do século XX. José Lins do Rego apresenta, em *Usina*, uma peculiar preocupação com a degradação das águas e do ambiente, provocada pela implantação das fábricas. Essa visão estava relacionada com os dilemas e obsessões recorrentes da sua geração, notadamente no que diz respeito à construção de uma identidade brasileira e à preservação do ambiente natural que, para alguns letrados da época, constituía seu maior patrimônio no País.

Como um intelectual em sintonia com os problemas de seu próprio tempo, Gilberto Freyre, posicionando-se frente ao debate levado a efeito pelos cientistas do Museu Nacional e do Museu Paulista em torno da construção de uma brasilidade e do estabelecimento de um patrimônio nacional, escreveu a obra *Nordeste* para assinalar seu posicionamento em relação à necessidade de se reconhecer os recursos naturais do país como integrante do patrimônio nacional e que deveria, por isso, ser preservado, tentando sensibilizar as elites brasileiras para a degradação que o sistema monocultor estava causando ao ambiente regional do Nordeste. Nesse cenário, propondo uma reflexão de caráter ético, social e político, Freyre se posicionou como uma voz dissonante em meio a essa polêmica, delineando uma concepção de patrimônio e, conseqüentemente, uma linha de ação e de questionamento diversa em relação aos seus contemporâneos, procurando intervir nos problemas de sua época e reivindicar um papel muito maior para a região Nordeste na tessitura desse patrimônio, se comparado ao que até então havia sido conferido para a região (DUARTE, 2005).

Freyre assinala que o ensaio consiste em uma tentativa de estudo ecológico impressionista do Nordeste da cana de açúcar (monocultor, latifundiário e escravocrata), esse Nordeste decadente em sua época, mas que foi durante muito tempo o centro da civilização brasileira. Descreve significativas brechas que a obsessão do colonizador em uma única planta abriu na vida, na paisagem, na cultura e sensibilidade dessas sociedades. Assim se delineia a noção peculiar que Freyre elaborou em relação aos debates sobre patrimônio nacional, associada à ideia de preservação natural, remetendo-se não de forma

antiquaria a um passado remoto e distante, mas às possibilidades que esse passado oferece para a consolidação da nacionalidade e do patrimônio presente, defendendo que era na fisionomia do Nordeste açucareiro que deveria ser encontrado o Brasil profundo e autêntico, valorizando e preservando a diversidade cultural que o construiu.

Freyre era contemporâneo e amigo de José Lins do Rego e sabe-se, através das cartas pessoais trocadas por ambos, que se influenciaram reciprocamente. Em 1936, José Lins escreveu *Usina* e, um ano depois, Gilberto Freyre lançou a obra *Nordeste*. Conforme já mencionamos, José Lins era um representante da família patriarcal, cujo poder e autoridade durante muito se perpetuou no Nordeste açucareiro. Sob esta influência, quando escreveu suas obras carregou nas tintas as marcas dessa filiação, desse parentesco, dos laços culturais e biológicos que o ligavam àquele sistema. Tal vínculo é traduzido por meio do sentimento de nostalgia e de lamento em relação ao declínio daquele modo de organização social. Expressa em sua obra, essa visão nostálgico-saudosista não parece delinear um posicionamento político ou de engajamento em relação às questões sociais, mas o sentimento de perda do domínio sobre as pessoas e as propriedades que os senhores de engenho mantinham. Isso porque, conforme ressalta Gilberto Osório de Andrade, em estudo sobre o rio Paraíba, datado de 1959, o que não faltou nem poderia ter faltado à cultura e à sociedade açucareira que se desenvolveu às margens do Paraíba foi aquela conjunção que colocou os senhores de engenho, em toda a parte, no ápice da organização social de sua época, a conjunção do poder político com o poder econômico.

O escritor de *Usina* poderia até se posicionar em suas obras contra o declínio desse grupo de poder do qual fez parte. No entanto, é inegável que diante dos debates que giravam em torno de um projeto de nacionalidade para o Brasil durante os anos 1930, sua obra se diferenciou em relação a uma particular percepção ecológica e de contraposição aos impactos provocados por um novo modelo fabril que se implantava naquela sociedade e trazia profundas alterações à vida das pessoas e aos recursos naturais.

A água corrente e limpa do rio Paraíba representada na obra *Menino do Engenho* aparece no romance *Usina* como degradada, poluída, corrompida, “prostituída”, como se aquela expressão de moral e inocência houvesse se perdido no tempo. A narrativa expressa as transformações econômicas por que passa a região açucareira, o desenvolvimento do sistema de propriedade, as modificações da técnica de produção e de trabalho, assim como as consequências que tal transformação acarretaram para o ambiente. Para o escritor, a cada dia aumentava a ânsia dos proprietários da usina em espalhar partidos de

cana por toda a Várzea, o que significava, na visão do narrador, a expulsão dos trabalhadores para ir “sofrer” com as secas nas terras caatingueiras.

Neste ponto, o narrador de *Usina* contrapõe-se de tal modo ao novo sistema econômico que degrada a natureza com voracidade, que também parece se sensibilizar em relação aos grupos sociais vulneráveis às mudanças e que se submetem às consequências da voracidade capitalista pelo aumento do lucro com a produção do açúcar.

José Lins do Rego, em sua obra *Usina*, parece que procura demonstrar o modo pelo qual a partir da instauração das fábricas de açúcar, em substituição aos engenhos, a população pobre perdera a “proteção” do coronel José Paulino, senhor de engenho, visto que enfatiza a degradação não apenas do espaço físico, mas também da moral e da ética da solidariedade que supostamente predominava durante o engenho, que, em sua visão, não mais se encontrava aquelas “vidas dos outros tempos” (p. 191), na qual a relação harmônica entre os homens e destes com o ambiente pareciam que tinham prevalecido no passado, conforme podemos notar nos fragmentos literários que seguem: “Expulsos da várzea, os pobres haviam perdido o socorro do rio, das fruteiras, da batata-doce. O que tinham para comer era o que os pais levavam do barracão: o meio quilo do bacalhau, a quarta de carne, a farinha seca” (REGO, 2002, p. 191).

Nota-se nessa passagem que a usina tinha vindo expulsar os pobres da várzea do rio Paraíba, destituí-los daquela “dádiva” a eles oferecida, que, apesar das enchentes, a fartura que viria depois era a garantia da sobrevivência para aquela população. Isso porque:

O que mais doía no povo era perder o rio, o Paraíba não era bom para eles. Nas grandes enchentes comia-lhes o roçado, entrava de casa adentro, raspando tudo que tinham. Mas, passada a raiva, o rio era bom, entregava o seu leito para que o povo se servisse dele à vontade. Era o pai do povo na época das vazantes. Com três meses dava tudo: a batata-doce, o jerimum-de-leite, a folha larga de fumo. Agora só teria que dar cana. Plantaram cana até na ribanceira, como se o Paraíba fosse um riacho manso (REGO, 2002, p. 209).

Ao que tudo indica, José Lins é enfático no que diz respeito a relação estabelecida entre o rio e a população, situando-o como o ponto de equilíbrio para aqueles populares que faziam parte de uma teia de relações sociais assimétricas e patriarcais, baseadas na autoridade e no poder de mando do coronel. A instauração das usinas, de acordo com a narrativa, trouxe a degradação à natureza e a esses homens e mulheres que viviam em contato íntimo com o rio. Conforme assinalamos anteriormente, o rio não era apenas um

espaço utilitário e necessário à sobrevivência, mas as pessoas que com ele interagiam significavam e valorizavam culturalmente as suas águas pelo valor intrínseco que elas exerciam para aquela sociedade que desenvolveu um legado cultural em co-existência com o Paraíba.

Nessa visão, o narrador também questiona a noção de progresso tão propalada na época quando apresenta o quanto a família de doutor Juca vislumbrava instalar “uma usina, alcançar o progresso, igualar-se com outras, que haviam subido de condição, com as turbinas e vácuos” (*Ibidem*, p. 91). Assim o fizeram, instalaram uma usina para substituir o antigo engenho Santa Rosa. “Os jornais da Paraíba deram notícias, falando no progresso que entrava para a várzea do Paraíba, no gênio empreendedor do doutor José de Melo, na riqueza que seria para o estado um empreendimento daquele gênero” (*Ibidem*, p. 93).

Mas se a usina recebia essa conotação de “progresso” e de “empreendimento” por parte da imprensa paraibana, para José Lins, a substituição dos engenhos pelas usinas teria um significado contrário, visto que ele interpretou esse processo como o declínio da sociedade patriarcal que predominava naquele espaço. Isso porque é possível analisar, na obra de José Lins do Rego, a degradação abusiva dos recursos naturais do Nordeste oriental, intensificada, sobretudo, a partir da implantação das usinas de fabrico do açúcar. Conforme vimos acima, as diversas formas de ações predatórias sobre o ambiente regional, em geral, tendiam a ser justificadas como fazendo parte de um suposto projeto civilizatório mais amplo, da promoção ao “progresso”, legitimando concepções lineares do evoluir da história que se desenrolou em interação com o vale do rio Paraíba do Norte.

Dialogando com a obra de José Lins do Rego, é necessário problematizar o modo como esse escritor parece estabelecer uma descontinuidade absoluta entre o período dos engenhos, relatado na obra *Menino de Engenho*, e o da instauração das usinas, configurado no romance *Usina*. Conforme observamos, o escritor estabelece duas situações extremas e díspares no que diz respeito ao relacionamento entre os seres humanos e destes com a natureza nos dois momentos, antes e após a instalação das fábricas. Em se tratando de uma análise histórica, todavia, o uso unilateral da noção de descontinuidade pode incorrer em um risco para o pesquisador, haja vista que a vida humana é marcada não apenas por mudanças, mas também por permanências culturais<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Sobre a noção de continuidade e descontinuidade na história, ver: RICOEUR, 1997.

Nesse sentido, devemos considerar que as relações assimétricas de poder que perpassavam as relações entre os sujeitos da sociedade açucareira do Nordeste, configuradas nas narrativas tomadas como fontes para este estudo, bem como a degradação ambiental característica da busca desenfreada pelo “progresso”, marcaram aquela sociedade tanto no tempo dos engenhos quanto no das usinas.

Baseados nessa concepção, estamos nos destituindo do mito da “natureza pura” ou da intocabilidade, por vezes atribuída por esse escritor quando relata o período em que as relações socioeconômicas giravam em torno da unidade do engenho, como se as práticas profundamente predatórias da monocultura, do latifúndio e da mão-de-obra escrava houvessem sido apagadas em decorrência de uma suposta solidariedade das relações humanas daquela sociedade. É justamente em relação a essa forma de leitura linear, acrítica, manipulada, interessada, eufemisticamente analisada, que os historiadores atuais do ambiente devem combater. Isso porque a paisagem do Nordeste traz consigo as marcas da agressão, violência e destruição causada pelo sistema monocultor e latifundiário que devastou toda uma biodiversidade que um dia co-existiu ao lado do homem nesse território.

Embora a crítica que José Lins faz, na obra *Usina*, ao sistema de exploração exaustiva dos recursos naturais, explicitando o modo como a família do patriarca, no final da trama, fugiu da casa-grande para se refugiar das enchentes, limitada por esse fenômeno natural, se deva a seu vínculo com a forma de organização social baseada no regime patriarcal, ele deixa entrever como se deu a destruição de todo um legado, de um rico e imenso patrimônio histórico, ambiental e cultural.

A usina arrasara o Paraíba com a podridão de suas caldas. O povo cavava cacimba na beira do rio, furava até encontrar água salobra. E era assim que se defendia da sede, nos meses de seca. A água cortava sabão, mas sempre servia para se beber. A Bom Jesus agora despejava as suas imundices pelo leito do rio, sujando tudo, chamando urubu. E quanto mais a usina crescia, quanto mais crescesse, mais tinha imundice para despejar. [...] A usina despojara o Paraíba de suas bondades, mijando aquela calda fedorenta, justamente nos tempos da seca. (REGO, 2002, p. 229-230)

Das relações íntimas entre os sujeitos sociais e as águas, as usinas transformaram os rios em verdadeiros mictórios, prostituindo-os com o lançamento de caldas fedorentas a contaminarem as águas e as suas margens. Nesse aspecto, evidencia-se as consequências deixadas pelas atitudes humanas sobre as águas, a usina arrasara o Paraíba, e não apenas

ele, mas diversos outros elementos naturais foram degradados, causando a perda da biodiversidade, desequilibrando os diversos ecossistemas e trazendo consequências negativas para a própria espécie humana.

No desfecho da obra, o escritor apresenta o rio transbordando e cobrindo toda a usina, os partidos de cana, e todos os bens do usineiro, que agora precisava se retirar de imediato com a família em busca de outras paragens para sobreviver. Nesse cenário, nota-se que o escritor pretende trazer à baila uma resposta aos profundos impactos causados pelo ser humano sobre o ambiente. Ele apresenta um sistema que parecia ter se esvaído diante da voracidade da degradação provocada pelos novos arranjos econômicos baseados na instalação das fábricas e na mecanização das relações de trabalho em substituição aos antigos laços de solidariedade dos seres humanos que, embora contraditórios, existiam em relação à natureza e aos seus semelhantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Articulando um diálogo entre história e literatura como profícua possibilidade de pesquisa no campo ambiental, foi possível observar com essa pesquisa como o rio Paraíba foi significado histórica e culturalmente pelas personagens das obras *Menino de Engenho* e *Usina*, de José Lins do Rego. Com base na análise, entende-se que o intuito de José Lins não consistiu em elogiar a monocultura da cana-de-açúcar, mas, ao contrário, denunciar o processo avassalador de devastação do ambiente natural nordestino, como consequência das modificações provocadas pela decadência dos engenhos e a instalação das grandes fábricas de produção de açúcar.

Por um lado, a tensão crítica desse literato direcionada à sociedade canavieira, parece conformada ao mesmo modelo social monocultor, escravista e latifundiário que existiu no passado, transformado pelo tempo, e por isso carrega marcas de uma narrativa neoromântica nostálgico-saudosista que aparenta não ter o intuito de transformar a organização social e econômica em vigor. Por outro lado, por meio de uma análise mais aprofundada sobre o que mobilizou José Lins do Rego a se preocupar com a degradação das águas, em especial, do rio Paraíba do Norte, nota-se que dialogou com intelectuais do seu tempo e apresentou em detalhes a riqueza e a miséria da economia e sociedade agrárias predominantes no Nordeste em torno da monocultura da cana de açúcar. Sua obra antecipou o debate sobre questões ecológicas, sobre a necessidade de conservação do patrimônio natural hídrico e representou uma verdadeira denúncia contra a degradação ambiental

que a avidez das fábricas veio provocar à cultura, à sociedade e aos recursos naturais da região litorânea do rio Paraíba.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Erivaldo Moreira. **Introdução ao direito ambiental**. Campina Grande: EDUFPG, 2007.

BUENO, Luís. **Uma história do romance de 30**. São Paulo: EDUSP; Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 2006.

DUARTE, Regina Horta. “Com açúcar, com afeto”: impressões do Brasil em Nordeste de Gilberto Freyre. In: **Revista Tempo**. v.10, n.19, Niterói, RJ. Jul./Dec. 2005.

ECO, Umberto. **Seis passeios pelos bosques da ficção**. Tradução Hildegard Feist. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

FREYRE, Gilberto. **Nordeste**: aspectos da influencia da cana sobre a vida e a paisagem do nordeste do Brasil. 5. ed. Rio de Janeiro: José Olympio; Recife, PE: FUNDARPE, 1985 [1937]. (Coleção documentos brasileiros, v. 4).

GINZBURG, Carlo. **O fio e os rastros**: verdadeiro, falso, fictício. Trad. de Rosa Freire de Aguiar e Eduardo Brandão. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

REGO, José Lins. **Usina**: romance. 15. ed. José Olympio, 2002.

REGO, José Lins do. **Menino de engenho**: romance. 51. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.

RICOEUR, Paul. **Tempo e narrativa**: tomo III. Tradução Roberto Leal Ferreira. Campinas, SP: Papyrus, 1997.

SCARPELLI, Marli Fantini. Meio ambiente e literatura. In: **Revista Aletria**. v. 15, jan.-jun, p.188-204, 2007. Disponível em: <http://www.lettras.ufmg.br/poslit>.

SCHAMA, Simon. **Paisagem e memória**. Tradução Hildegard Feist. São Paulo: Cia. das letras, 1996.

SILVA, Lígia Maria Tavares da. Nas margens do rio Paraíba do norte. In: Revista CADERNOS do Logepa: **Série Texto Didático**. Ano 2, n. 4, Jul/Dez, 2003.

TODOROV, Tzvetan. **A literatura em perigo**. Tradução Caio Meira. Rio de Janeiro: DIFEL, 2009.



# **SIMULAÇÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS ABASTECIDOS PELO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA/PB**

Elson Gerson Lacerda da Cruz<sup>1</sup>, Paulo da Costa Medeiros<sup>2</sup>  
e George do Nascimento Ribeiro<sup>3</sup>

**RESUMO:** A estimativa de outorga dos direitos de uso da água, instrumento regulatório (Política Nacional das Águas, Lei Nº 9.433 de 1997) é tarefa complexa tendo em vista os múltiplos usos da água. Um dos capítulos dessa complexidade compreende a estimativa de demanda, sendo controle na captação/consumo parte fundamental na estrutura de gestão do uso racional da água, cujo abastecimento humano é prioritário. Apresenta-se neste artigo simulações de demanda do abastecimento de água dos sistemas adutores Campina Grande, Cariri e Brejo, que captam água do Açude Público Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão/PB, na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba. Espera-se com os resultados auxiliar estudos relacionados aos instrumentos de gestão hídrica na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de recursos hídricos; Semiárido; Quota per capita.

---

1 Graduando em Engenharia de Biossistemas, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Sumé-PB. Fone: (0XX83) 3353-1850, eng.elsongerson@hotmail.com.

2 Engenheiro Civil, Professor Adjunto, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Sumé-PB.

3 Agrônomo, Professor Adjunto, Unidade acadêmica de Engenharia de Biotecnologia e Biotecnologia.

## **WATER DEMAND SIMULATION IN CITIES SUPPLIED BY THE EPITÁCIO PESSOA DAM/PB/BRAZIL**

**ABSTRACT:** The estimated grant of water rights, regulatory instrument (National Policy for Water, Law N<sup>o</sup>. 9433/1997) is a complex task given the multiple uses of water. One of the chapters of this complexity understands the demand estimate, being fundamental part in the management structure of the rational use of water, whose human supply is a priority. It is presented in this paper simulations demand of water supply adductor systems Campina Grande, Cariri and Brejo, that capture water from the Epitácio Pessoa Dam (Boqueirão/PB/Brazil) in the Basin of the river Paraíba. It is hoped that the results help studies related to water management in the region.

**KEYWORDS:** Water resources management; Semi-arid; Water per capita quota.

### **INTRODUÇÃO**

A outorga dos direitos de uso da água, como instrumento regulatório (Política Nacional das Águas, Lei N<sup>o</sup> 9.433 de 1997) busca o controle das demandas dos usuários. No entanto, tendo em vista que o consumo da água está associado a múltiplos usos, a definição de critérios para os modelos de outorga torna-se tarefa complexa. Um dos capítulos dessa complexidade compreende a estimativa de demanda, cujo controle na captação/consumo é parte fundamental na estrutura de gestão do uso racional da água, cujo abastecimento humano é prioritário. A abordagem de demanda de retiradas de um manancial para abastecimento público está relacionada à outorga de direito de uso de recursos hídricos para usos consuntivos, na subtração de parcela da disponibilidade hídrica (ANA, 2013). Na perspectiva demográfica, elementos como a composição e distribuição espacial da população são fundamentais para estimativas de consumo urbano de água (CARMO et al., 2014). Medeiros Filho (2014) cita faixas de per capita médios em zonas urbanas, já incluindo demandas comercial, pública, de indústrias que não consomem volume significativo de água no seu processamento e perdas. Saturnino de Brito, Engenheiro Sanitarista, sugeriu para o quantitativo diário em zonas rurais (uso doméstico) de 77 l/hab.dia (ALMEIDA, 2007; MEDEIROS FILHO, 2012).

Apresenta-se neste trabalho simulações de demandas para consumo urbano e rural em municípios paraibanos que usufruem da água armazenada no reservatório Epitácio

Pessoa (município de Boqueirão) monitorado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

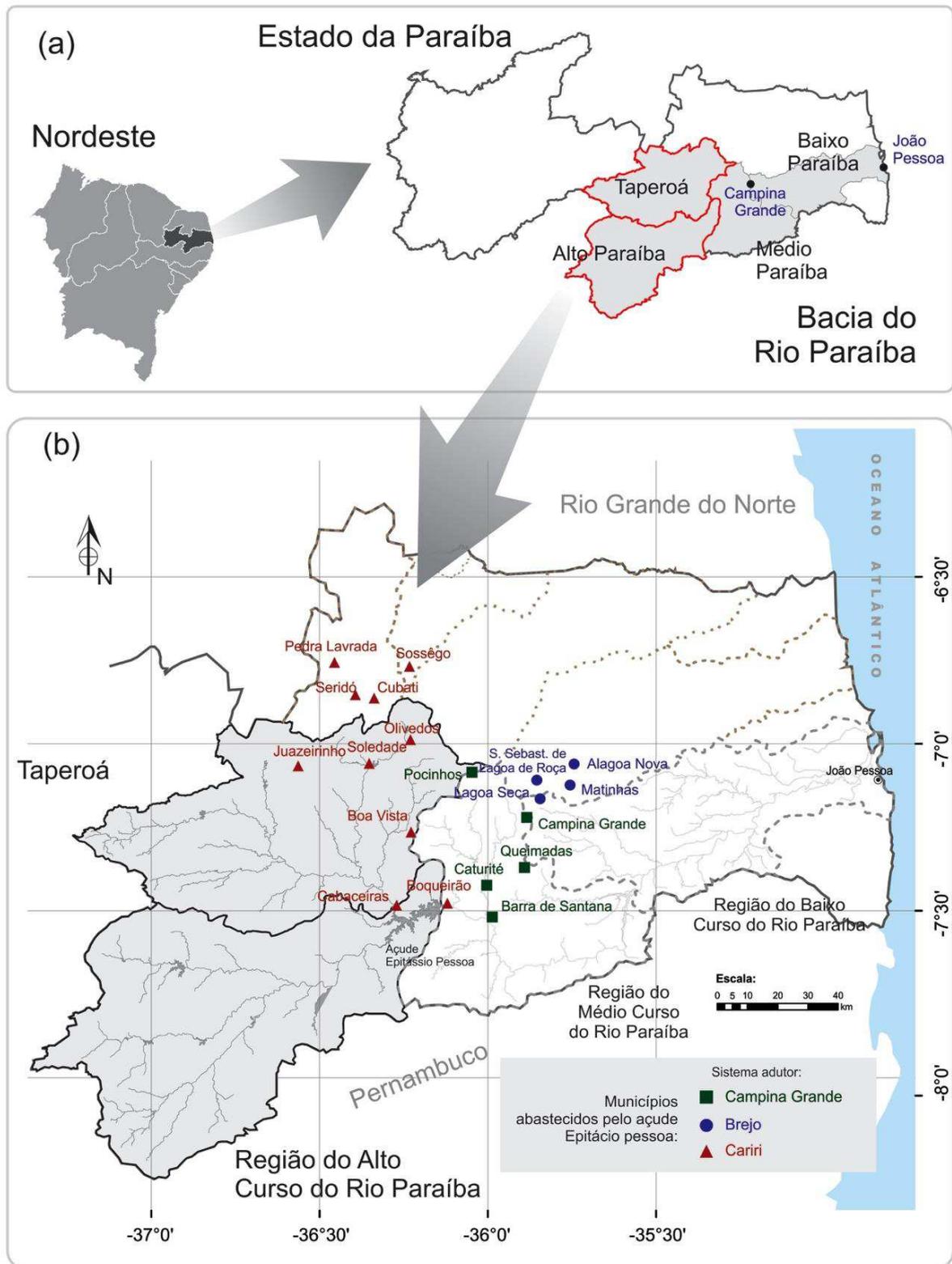
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Sub-bacia do rio Taperoá e Região Hidrográfica do Alto Curso do rio Paraíba**

A área de estudo contempla parte da Bacia do rio Paraíba, a mais importante do estado da Paraíba, nela estão situadas as duas maiores cidades, Campina Grande com 385.213 habitantes (IBGE, 2015) e a capital João Pessoa com 723.515 habitantes (IBGE, 2015). A rede de drenagem da sub-bacia do rio Taperoá e da Região do Alto Curso do rio Paraíba (regiões típicas do semiárido) contribuem para abastecimento do Açude Epitácio Pessoa (também conhecido por Boqueirão), o segundo maior em volume de armazenamento, com capacidade máxima de 411.686.287m<sup>3</sup> (AESA, 2015), cujo barramento é o limite divisor de águas da Região do Alto para a Região do Médio Paraíba, que por sua vez percorrer até a Região do Baixo Paraíba (Figura 1a).

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, é responsável pelo sistema de abastecimento que capta as águas do açude, compreendendo três sistemas adutores (Figura 1b) (CAGEPA, 2015): o Sistema Campina Grande, com municípios de Campina Grande, Queimadas, Caturité, Barra de Santana e Pocinhos; o Sistema do Cariri, compreendendo os municípios de Soledade, São Vicente do Seridó, Pedra Lavrada, Olivados, Juazeirinho, Cubati, Cabaceiras, Boqueirão e Boa Vista; e o Sistema do Brejo, atendendo municípios de Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça, Alagoa Nova e Matinhas.

Figura 1- (a) Bacia do Rio Paraíba e subdivisões hidrográficas; (b) Sub-bacia do rio Taperoá e Região do Alto Curso do Rio Paraíba e municípios abastecidos pelos açudes Epi-tácio Pessoa (Adaptado de AESA, 2015b)



## Dados Populacionais

Os dados populacionais compreenderam os anos de 1970 a 2014 (censos demográficos), coletados no endereço eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Já para os anos de contagem da população e estimativas populacionais, apenas população total de cada município estão disponibilizados. Na Tabela 1 verifica-se as datas correspondentes a cada censo, contagem populacional e estimativa da população (IBGE, 2015).

Tabela 1- Datas de referência correspondente aos censos, contagem e estimativas populacionais (IBGE, 2015)

Estudo estatístico do IBGE	Ano	Data de referência	Estudo estatístico do IBGE	Ano	Data de referência	
Censo demográfico	1970	01/09/70	Estimativa da população	2001	01/07/01	
	1980	01/09/80		2002	01/07/02	
	1991	01/09/91		2003	01/07/03	
Estimativa da população	1992	01/07/92		2004	01/07/04	
	1993	01/07/93		2005	01/07/05	
	1994	01/07/94		2006	01/07/06	
	1995	01/07/95		Contagem da população	2007	01/04/07
Contagem da população	1996	01/09/96		Estimativa da população	2008	01/07/08
	1997	01/07/97		2009	01/07/09	
Censo demográfico	1998	01/07/98		Censo demográfico	2010	01/08/10
	1999	01/07/99	2011		01/07/11	
Censo demográfico	2000	01/08/00	Estimativa da população	2012	01/07/12	
				2013	01/07/13	
				2014	01/07/14	

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estimativas da População

Foi considerada relação linear entre as populações urbana entre os censos de 1970 a 1991. A partir de 1991, dados como contagens da população e estimativas populacionais estão disponíveis, porém não constam nas vertentes urbana e rural. As simulações dessas populações foram obtidas com base na relação linear da proporção da população urbana e rural entre dois censos consecutivos. A função linear também foi empregada para a estimativa diária da população com crescimento aritmético ao longo dos dias de cada ano. O aporte de maior demanda encontra-se na população urbana, na Figura 2 observam-se as curvas com populações urbanas na escala diária para os municípios abastecidos atualmente pelos três sistemas adutores abordados neste trabalho (Período: 01/09/1970 a 01/07/2014). Enfatiza-se nessa Figura: o domínio do município de Campina Grande frente aos demais municípios (escala vertical à direita); e o município de Boqueirão com queda significativa da população a partir de 1997 em função da perda de dois distritos (Caturité e Barra de Santana) que emanciparam nesse ano. Na Figura 3, observam-se as populações total, urbana e rural considerando a integração dos respectivos municípios abastecidos pelos três sistemas adutores (Campina Grande, Cariri e Brejo) para o período de: 01/09/1970 a 01/07/2014. A população rural vem em suave decréscimo em comparação ao crescimento urbano.

Figura 2- População urbana diária simulada dos municípios abastecidos pelo açude Epi-  
tácio Pessoa (Período: 01/09/1970 a 01/07/2014)

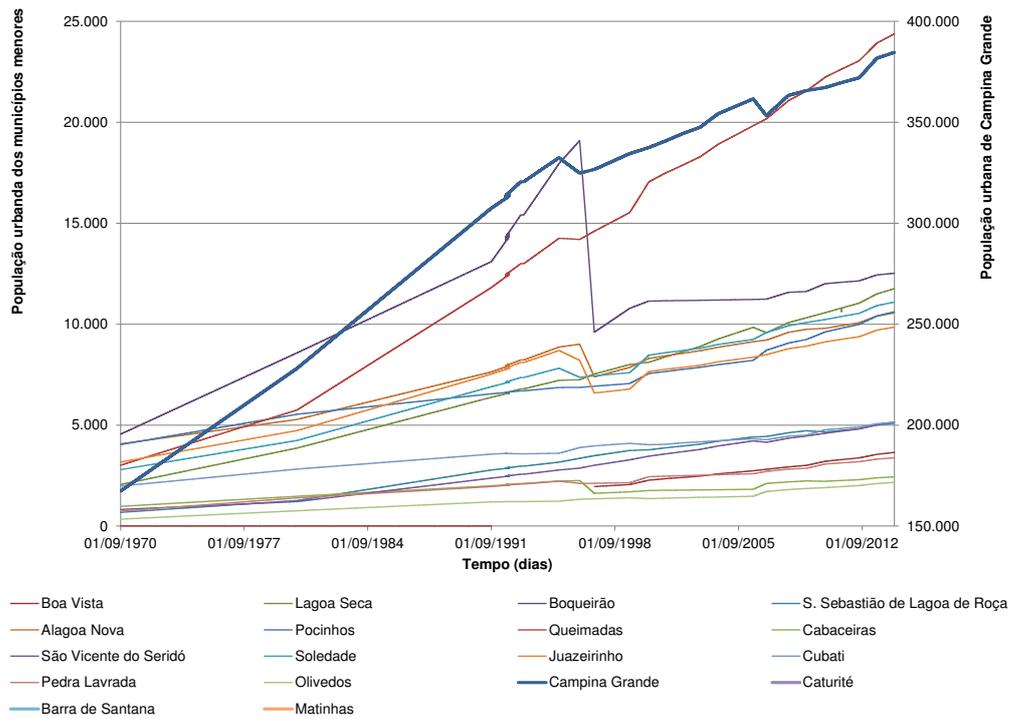
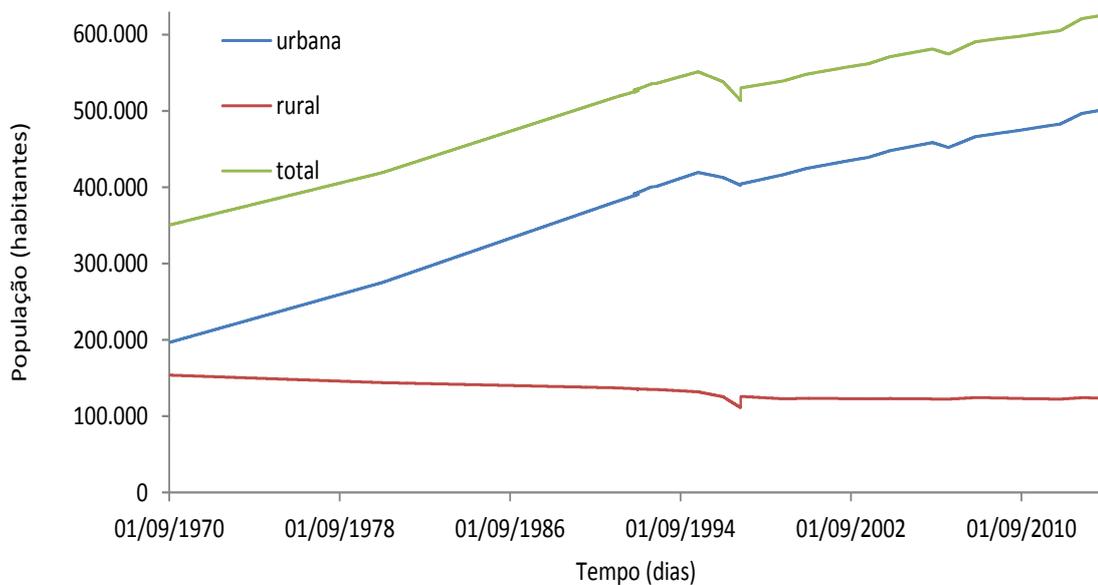


Figura 3- Populações diárias simuladas: urbana, rural e total dos municípios abastecidos  
pelo açude Epitácio Pessoa (Período: 01/09/1970 a 01/07/2014)

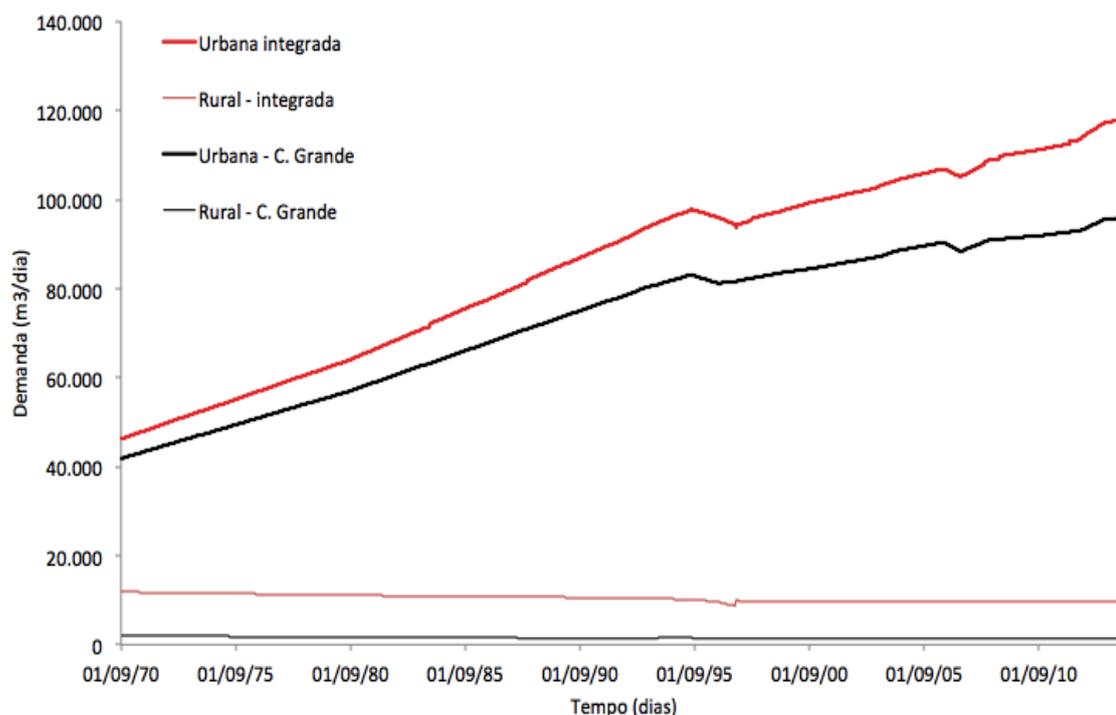


## Simulação das Demandas

Para a simulação das demandas dos municípios abastecidos pelos dois reservatórios foi considerado a quota per capita com base na proposta por Medeiros Filho (2014), sendo: para localidades com até 10.000 habitantes – “q” de 150 l/hab.dia; para localidades entre 10.000 e 50.000 habitantes – “q” de 200 l/hab.dia; e para localidades com população superior a 50.000 habitantes - “q” de 250 l/hab.dia. Para população rural foi considerado o consumo de 77 l/hab.dia (proposta do Eng. Saturnino de Brito, como supracitado).

Na Figura 4, observam-se as demandas total, urbana e rural considerando a integração das respectivas populações urbanas e rurais dos municípios abastecidos pelos três sistemas adutores (Campina Grande, Cariri e Brejo) para o período de: 01/09/1970 a 01/07/2014. Nessa Figura, observa-se que a taxa de crescimento de demanda urbana dos sistemas em conjunto tem comportamento ligeiramente maior que a urbana do município de Campina Grande, mesmo este sendo o dominante diante todos os municípios. Em comparação com o crescimento populacional da Figura 3, observa-se que os intervalos de quotas propostas por Medeiros Filho (2014) citados anteriormente, contribuem para o aumento na estimativa de demanda, haja vista que, ao longo do tempo, o crescimento populacional dos demais municípios proporcionam mudança para faixas superiores.

Figura 4- Demanda integrada dos municípios abastecidos pelos Sistemas adutores Campina Grande, Cariri e Brejo (Período: 01/09/1970 a 01/07/2014)



## CONCLUSÃO

Diante do histórico de eventos agravantes de risco de colapso do sistema de abastecimento, e até de escassez quase total, as simulações sobre demanda integrada de todos os sistemas que usufruem água de um reservatório informam, numericamente, os aportes volumétricos nas vertentes urbana e rural em relação do volume do açude. O domínio e taxa de crescimento das demandas apontam riscos futuros e podem, em tempo estratégico contribuir para tomadas de decisões concernentes aos usos prioritários de consumo, oferecendo elementos para formulações de outorga e cobrança pelo uso da água, de maneira a evitar ou tardar necessidades de racionamentos.

## REFERÊNCIAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Volume dos açudes monitorados na Paraíba**. Gerência Executiva de Monitoramento e Hidrometria – GEMOH. Paraíba, 2015.

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Mapas. Bacias hidrográficas do Estado da Paraíba**. (2015b). Disponível em: < [www.aesa.pb.gov.br](http://www.aesa.pb.gov.br)

>. Acesso em: ago. 2015.

ALMEIDA, S. A. B. **Contribuição à aplicação de coeficientes de consumo em projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em comunidades urbanas de baixa renda do nordeste do Brasil – Estudo de Caso.** Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2007. 70f.

ANA. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos.** Agência Nacional de Águas – ANA, Brasília, 2013.

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Comunicação interna. **Resumo dos Sistemas de Abastecimento.** Sub gerencia comercial da Borborema, Agosto, 2015.

CARMO, R. L.; DAGNINO, R. S.; JOHANSEN, I. C. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População.** Rio de Janeiro, v. 31, n.1, p. 169-190, jan./jun. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>.

MEDEIROS FILHO, C. A. F. **Abastecimento de Água.** Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Abastece.pdf>>. Acesso em: mai. 2014.

MEDEIROS FILHO, C. A. F. **Consumo médio de água por pessoa/dia, Julho, 2012.** Disponível em: <<http://professorcarlosfernandes.blogspot.com.br/2012/07/consumo-medio-de-agua-por-pessoadia.html>>. Acesso em: nov. 2014.

# SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Alanny Larissa da Silva Oliveira Sousa<sup>1</sup>, Bruno Andrade de Freitas<sup>2</sup>  
e Bruno Menezes da Cunha Gomes<sup>3</sup>

**RESUMO:** A humanidade, desde o seu advento, é enraizada por uma visão onde prevalecem a dominação e o antropocentrismo. Assim, as descobertas científicas juntamente com o desenvolvimento tecnológico foram ferramentas para que a sociedade intervisse sobre a natureza com um poder de destruição avassalador. Contudo, após um contexto Pós-Segunda Guerra Mundial, foi dado início a uma discussão a respeito da preservação do meio ambiente, criando assim o termo sustentabilidade. Pois, diante da conscientização que os recursos naturais eram finitos, se fez necessário uma nova forma de administrar tais recursos, uma forma sustentável. Com isso, a má gestão dos recursos hídricos também sofre com a falta de conscientização humana, pois é responsável pelas grandes perdas de água no mundo, principalmente na irrigação. Nesta ótica, o presente artigo tem como objetivo abordar os sistemas de irrigação a baixo custo no âmbito familiar, abordando técnicas que sejam direcionadas as características de cada cultura e combatendo o desperdício de água. A metodologia utilizada foi uma revisão de literatura a autores consagrados do gênero, como: Keller (1990) e Souza (2005). Com base nos autores foi possível concluir que existem opções de sistemas de irrigação a baixo custo que podem ser utilizados na agricultura familiar, assim fornecendo apenas a quantidade de água necessária para o cultivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade; Recursos Hídricos; Cultivo.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Araruna, PB, Fone: (0XX83) 9920.3151, alannylarissa1@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Araruna, PB.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Araruna, PB.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a população mundial quase dobrou o número de habitantes, como consequência, vários problemas relacionados à escassez de recursos hídricos foram agravados e assim se fez necessário repensar o modo como a sociedade utilizava tais recursos. Sabendo que, a falta de manejo e o uso não sustentável dos recursos hídricos aliada com o crescimento populacional podem ser considerados como um dos motivos para a escassez de água no mundo. Em meio dessa vertente, a Organização das Nações Unidas (ONU), apresentou dados que evidenciam que cerca de 70% do consumo de água no mundo são destinadas a irrigação, a indústria é responsável por uma parcela de 21%, enquanto apenas 6% correspondem ao uso doméstico.

Assim, é necessário aperfeiçoar o uso dos recursos hídricos para que haja um novo tipo de utilização, uma utilização sustentável. Contudo, o mundo em que vivemos é marcado por uma sociedade onde o desperdício é uma ação que está atrelada ao cotidiano da população. A ideia de que tudo pode ser comprado e de que o descartável é considerado como preferência, surgindo como combustível para um mundo onde capitalismo caminha de mãos dadas com a exploração dos recursos naturais.

Existe um paradoxo entre a sustentabilidade dos recursos hídricos e sua necessidade de utilização, tal paradoxo que nem sempre é percebido pela população, que graças as suas atividades econômicas fazem com que seu bem estar seja diretamente proporcional a qualidade e o suprimento de tal recurso. Ou seja, a segurança de um futuro hídrico para as futuras gerações está além do simples fato de existência da água, todavia com a sua utilização de forma racional e consciente.

A maior parte da parcela de água no mundo é destinada para irrigação, que por sua vez, tem como objetivo proporcionar águas as culturas de modo que atenda às exigências hídricas durante todo o seu processo, assim, é possível ter produtos de boa qualidade e alta produção. Um fato que deve ser observado é que cada espécie a ser cultivada necessita de uma quantidade de água diferente a ser despejada no local do cultivo, levando em consideração o solo, a época e a etapa de desenvolvimento da cultura.

Entretanto, precisamos dar atenção a agricultura familiar, pois por diversas vezes o sistema de irrigação que é escolhido por pequenos agricultores para o seu cultivo e muitas vezes, também não é o mais eficiente na perspectiva hídrica. Nesta perspectiva, esse artigo tem por objetivo abordar os sistemas de irrigação de baixo custo no âmbito familiar, abordando técnicas que sejam direcionadas às características de cada cultura.

## **METODOLOGIA**

Este estudo baseou-se nas premissas estabelecidas aos procedimentos para uma produção científica, utilizando-se da natureza de uma pesquisa aplicada no método científico, hipotético-dedutivo, com objetivos exploratórios e procedimentos técnicos bibliográficos e observacionais no âmbito de abordagem qualitativa. Sendo assim, podemos classificá-la como exploratória, pois nos permitiu o estudo do tema sob diversos ângulos e aspectos, envolvendo-se na pesquisa bibliográfica e análise dos dados publicados.

Foram escolhidas, para efetivação deste estudo, as tecnologias de irrigação que mais são usadas pelas famílias do nordeste brasileiro tendo ênfase a de baixos custos. A região nordeste do Brasil que apresenta diversas configurações quanto aos aspectos naturais dos principais elementos da natureza tais como relevo, vegetação, clima, hidrografia, devido a essas variações essa região foi regionalizada ou dividida em sub-regiões, são elas zona da mata, meio-norte, agreste e sertão e nelas está presente o cerrado, caatinga, floresta tropical, floresta amazônica. Assim, as características da área de aplicação da técnica devem ser levadas em consideração, escolhendo o sistema mais eficiente.

Neste contexto é preciso deixar claro que a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras segundo Lakatos (2001). É nessa visão que esse artigo tem relevância no âmbito de Recursos Naturais, pois servirá para reforçar a importânciada irrigação e minimizar os grandes desperdícios com que os grandes irrigadores trazem ao meio ambiente.

## **RESULTADOS**

### **Sistema Buller**

O sistema Buller utiliza energia gravitacional fornecida por uma fonte que deve estar elevada a uma altura mínima de 1 metro. A água é conduzida da fonte por uma tubulação principal até a derivação onde está instalado o cabeçal de controle, que ajusta a carga hidráulica de funcionamento do sistema de irrigação. Da derivação saem os segmentos de mangueira ou polietileno passando entre as fileiras de plantas. Para cada planta existe uma mangueira emissora que é conectada a linha lateral. A mangueiras emissoras

são enterradas parcialmente nas laterais, o restante da mangueira fica apoiado num piquete para manter a altura de descarga.

Todo o dimensionamento do sistema é feito com o auxílio de um software, como é o caso do programa computacional desenvolvido pelo Departamento of Agricultural and Biosystems Engineering of the University of Arizona. (SOUZA et al., 2005) O aplicativo fornece todos os parâmetros necessários para a implantação do sistema, como o diâmetro das linhas laterais e a que altura deve ficar a mangueira lateral que abastece a planta.

Como funciona por gravidade, não há consumo de energia elétrica ou combustível. É apropriado para pequenos produtores, pois, irriga uma área máxima de até 4hectares. Apresenta vantagens com relação aos sistemas convencionais por apresentar vazões bem maiores, e baixo custo de instalação e de manejo, que de acordo com Kepler (2009), varia entre 1.300 a1.400 reais por hectare.

Figura 1– Sistema de irrigação Bubbler adaptado



Fotos: Eugênio Ferreira Coelho

Fonte: SILVA et al. (2012)

### **Irrigação por gotejamento**

A técnica de irrigação por gotejamento tem ganhando bastante espaço no semiárido nordestino por se tratar de uma técnica de simples execução e implantação. O sistema consiste em aplicar água em apenas algumas partes da área de cultivo, diminuindo a área

com que o solo fica molhado, reduzindo as perdas por evaporação. A irrigação é geralmente utilizada sob um sistema fixo, ou seja, é formada por linhas laterais várias vezes, até suprir toda a área. As vantagens principais da irrigação por gotejamento, segundo Bernardo (2002), são:

- Altamente sugerido para localidades que sofrem com a escassez de água;
- Promove maior eficiência a utilização dos recursos hídricos, já que controla a lâmina d'água aplicada e diminui as perdas por evaporação, por percolação e também por escoamento superficial;
- Eficiência no controle sanitário e na adubação;
- Promove uma maior produtividade em culturas agrícolas que tem uma resposta melhor a níveis de umidades mais altos;
- Gera economia na mão de obra, pois é possível automatizar a adubação e a irrigação;
- Adapta melhor aos diferentes tipos de topografia e solo.

Contudo, as impurezas que a água contém, podem entupir os gotejadores. Outro problema que pode ocasionar má distribuição do sistema em função do bulbo molhado que se forma no solo.

Figura 2– Gotejador artesanal em sistema de irrigação localizada



Fotos: Eugênio Ferreira Coelho

Fonte: SILVA et al. (2012)

### Irrigação por gotejamento “garrafas pet”

O sistema de irrigação por gotejamento “garrafas PET” utiliza a pressão gravitacional para que ocorra a passagem de água. Utilizando uma garrafa plástica é montado o sistema de gotejamento descrito a seguir: primeiramente é feito um corte na parte lateral inferior da garrafa, onde será utilizado para o abastecimento com água; um pequeno orifício é feito no centro da tampa da garrafa, gerando assim um fluxo para a irrigação de acordo com a pressão gravitacional onde é controlado através do diâmetro do orifício feito; por fim a garrafa deve ser presa em uma estaca a cerca de cinco cm à dez cm do caule da planta que deseja irrigar. (SILVA et al., 2012).

Esse sistema começou a ser utilizado por agricultores devido à escassez de água. Por ser um método econômico onde leva para uma área específica e próxima das raízes a quantidade adequada de água para as plantas, evitando assim o seu desperdício. Diferente do método de irrigação por aspersão que ocasiona escoamento e do método de irrigação por superfície, onde é baseado em irrigar toda a superfície.

Em comparação com outros sistemas, apresenta vantagens como: economia de água e fertilizante, redução de perdas por evaporação, mantém a umidade por maior período, tem menor impacto no solo e uma menor propagação de insetos. É apropriado para pequenos agricultores ou jardineiros devido o seu trabalho manual.

Figura 3- Irrigação de moringa (*Moringa oleifera*) com garrafas PET's na área experimental do Instituto Federal Baiano, Senhor do Bonfim, Bahia



Fotos: Delfran Batista dos Santos

Fonte: SILVA et al., (2012)

## CONCLUSÕES

Os resultados expostos no trabalho apresentam aplicações de sistemas de irrigação de viabilidade econômica para agricultura familiar utilizando materiais alternativos para o aumento de custo benefício.

Devido à escassez de água o uso de sistemas econômicos é de extrema importância para um desenvolvimento sustentável, devido apresentar vantagens como: promover maior eficiência na utilização dos recursos hídricos, baixo custo e menor impacto ao solo. Os sistemas apresentados são indicados para agricultores familiares devido sua implantação e instalação manual.

## REFERÊNCIAS

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 665 p.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 4. ed. São Paulo. Atlas, 2001. 288p.

ONU. Organização Nacional das Nações Unidas. **Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/>>. Acesso em: out. 2015.

SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. A. COSTA, E. M.; SILVA, E. L. Avaliação de um sistema de irrigação localizada debaixo pressão, projetado pelo software BUBBLER. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 1, p. 264-271, jan./abr. 2005.



# SUSTENTABILIDADE E ENERGIA: APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE INDICADOR EM MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE – RN

Amanda de Paula Aguiar Barbosa<sup>1</sup> e Gesinaldo Ataíde Cândido<sup>2</sup>

**RESUMO:** Os estudos acerca do desenvolvimento sustentável e seus sistemas de indicadores podem ser realizados para escopos geográficos e de atividades econômicas, dentre elas, as questões energéticas. No contexto, adquire cada vez mais importância as contribuições das questões energéticas, desde o seu processo de geração até a sua utilização, em especial as energias renováveis. Para os fins da pesquisa realizada, o objetivo foi calcular e analisar a sustentabilidade dos municípios que tiveram usinas eólicas instaladas através da aplicação da ferramenta *Barometer of Sustainability* (BS). Em termos metodológicos, foi realizado um estudo longitudinal para análise dos municípios em dois momentos, antes e depois da instalação das usinas. Neste sentido, foi identificado, tabulado e analisado um grupo de dados secundários capazes de gerar um índice de sustentabilidade para o conjunto dos municípios pesquisados. Os resultados obtidos apontam que o nível de sustentabilidade dos municípios diminuiu após a instalação das usinas, o que leva a necessidade de rever o modelo de desenvolvimento adotado e analisar o papel das políticas públicas e as formas de relacionamento destes empreendimentos com os diversos atores sociais locais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento; Sustentabilidade; Energia.

---

1 Graduada em Administração – UFCG. E-mail: Amandaaguiarbarbosa@gmail.com.

2 Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais – PPGRN/CTRN/UFCG.

## **SUSTAINABLE AND ENERGY: APPLICATION OF A SUSTAINABILITY INDICATOR SYSTEM IN MUNICIPALITIES OF RIO GRANDE DO NORTE - RN**

**ABSTRACT:** Studies on sustainable development indicators and their systems can be made to geographic scopes and economic activities, among which energy issues. In the context acquires increasingly important contributions of energy issues, from its generation process to its use, especially renewable energy. For the purposes of the survey, the aim was to calculate and analyze the sustainability of municipalities that had wind farms installed by applying the tool Barometer of Sustainability (BS). In terms of methodology, a longitudinal study was performed to analyze the municipalities in two stages, before and after installation of the plants. In this sense, it has been identified, tabulated and analyzed a group of secondary data capable of generating a sustainability index for all the municipalities surveyed. The results suggest that the level of sustainability of municipalities decreased after the installation of the plants, which leads to the need to review the development model adopted and analyze the role of public policies and forms of relationship these projects with various local stakeholders.

**KEY-WORDS:** Development; Sustainability; Energy.

### **INTRODUÇÃO**

Diante dos riscos e incertezas provocados pela crise do petróleo após a Segunda Guerra Mundial, surge a necessidade da realização de estudos que permitam verificar as consequências positivas e negativas para o desenvolvimento sustentável das políticas, investimentos e ações que visam a instalação, geração e distribuição de energia no país. Nessa perspectiva, o padrão mundial de geração de energia, baseado em combustíveis fósseis e minerais, tornou-se insustentável, colocando em risco o suprimento de longo prazo do planeta (BARBIERI, 2007).

As preocupações com as questões ambientais são, atualmente, uma das principais motivadoras da busca de soluções para uma produção mais limpa de energia. Para tanto, vêm sendo desenvolvidas, ao longo dos últimos anos, uma série de alternativas sustentáveis que fundamentam-se na utilização de energias renováveis como a hidroelétrica, a

termoelétrica, a de biomassa e, em especial, a eólica. Essa última vem despertando o interesse de um grande número de investidores em virtude dos avanços tecnológicos no setor, da segurança de fornecimento e da sustentabilidade ambiental (GWEC, 2008; EWEA, 2010). Mundialmente a energia de fonte eólica merece destaque, visto que atingiu a marca de 238GW de potência instalada em 2011 (GWEC, 2012). No entanto, a crise financeira de 2008 esfriou os mercados dos países desenvolvidos, fazendo com que as grandes empresas geradoras voltassem sua atenção para países emergentes, como o Brasil.

A região do Nordeste Brasileiro que tem constantes períodos de seca, geralmente no segundo semestre, necessitava de uma fonte de energia coexistente à hidráulica, a fim de diversificar sua matriz energética. E foi nesse cenário que a energia eólica ganhou notoriedade, principalmente, por ser essa a região de maior potencial para geração de energia dos ventos no Brasil. Atualmente, o estado do Rio Grande do Norte é autossuficiente na produção de energia limpa com aproximadamente 2,5 giga watts de potência, com capacidade para dobrar esse número até 2018, sendo responsável por 34% da capacidade instalada de geração de energia eólica do país (PAULINO, 2015).

A partir destas considerações, o objetivo do artigo é calcular e analisar a sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Norte que tiveram instalação de usinas para geração de energia eólica nos últimos anos, através da adaptação do *Barometer of sustainability (BS)*. Em termos metodológicos, foi identificado um conjunto de dados secundários para um conjunto de indicadores pré-definidos a partir da contextualização do processo de instalação das usinas, assim como, da caracterização da região.

Além deste conteúdo introdutório, o artigo explora em sua fundamentação teórica conteúdo relacionado à: desenvolvimento sustentável e seus sistemas de indicadores. Em seguida, são descritos os procedimentos metodológicos; a apresentação e análise dos resultados e as considerações finais.

## **Desenvolvimento sustentável e sistemas de indicadores de sustentabilidade**

A questão do desenvolvimento sustentável requer maior atenção no que se refere à interpretação e utilização de seus conceitos, visto que, atualmente, existe uma variedade de juízos referentes ao tema, caracterizando-o como um processo em permanente construção. Segundo os pesquisadores da World Conservation Union (IUCN), existem quatro

pilares interligados para se entender o conceito de desenvolvimento sustentável. O primeiro é a globalidade que se refere ao tratamento conjunto e de igual importância das pessoas e do ecossistema, o segundo trata do levantamento de questões acerca da contingência a ser analisada. O terceiro pilar refere-se à necessidade de instituições reflexivas para determinação de objetivos e questionamentos e, através do quarto pilar que é o foco nas pessoas, aprender coletivamente (VAN BELLEN, 2006).

Para Veiga (2008), as reflexões a respeito do desenvolvimento deixaram de centralizar no debate voltado apenas ao crescimento econômico, e passou-se a refletir sobre as demandas ambientais, sociais e econômicas. O desenvolvimento sustentável busca o equilíbrio entre o crescimento econômico, preservação do meio ambiente e a resolução das desigualdades sociais (CÂNDIDO et. al., 2010). Sendo assim, ainda segundo o mesmo autor, o alcance desse desenvolvimento só será possível a partir da utilização de uma série de indicadores interligados que apresentem a situação atual de determinada localidade específica.

Segundo Van Bellen (2006), os indicadores são utilizados com a finalidade de simplificar informações de fenômenos considerados complexos e ainda para tornar a comunicação sobre esses fenômenos mais compreensível e quantificável possível. Portanto, os indicadores podem ser considerados os objetos de avaliação dos avanços em direção ao desenvolvimento sustentável.

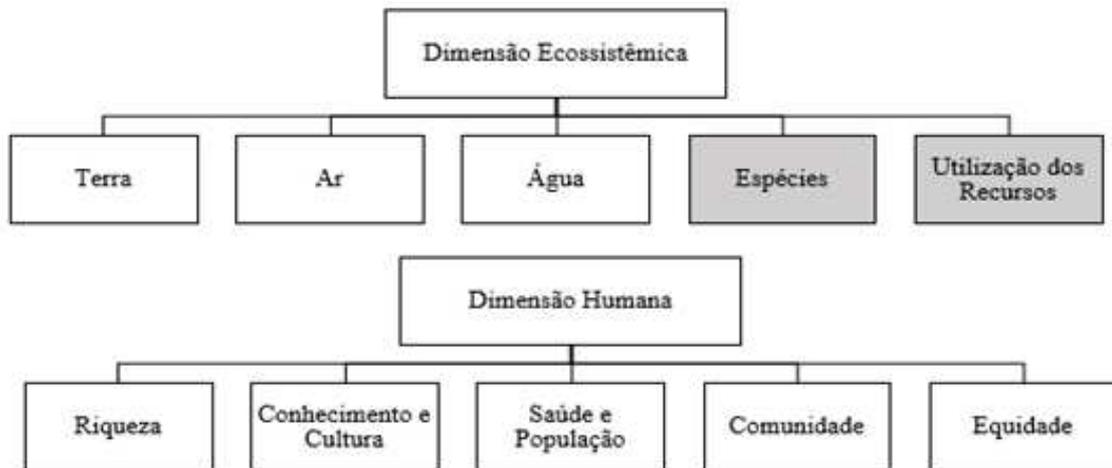
O autor supracitado realizou um levantamento dos sistemas de indicadores mais reconhecidos, na perspectiva dos especialistas em desenvolvimento sustentável. E como resultados foram identificados os três modelos mais lembrados, a saber: *Ecological Footprint Method* (EFM), *Dashboard of Sustainability* e o *Barometer of Sustainability*, o qual consiste em uma metodologia sistêmica que busca mensurar o bem-estar ambiental e o bem-estar social a fim de checar o progresso em direção à sustentabilidade.

### **Barômetro da sustentabilidade**

O Barômetro da Sustentabilidade (BS) foi desenvolvido na década de 90 pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e pode ser utilizado em qualquer nível do sistema, do local ao global. O método pressupõe que o desenvolvimento sustentável seja uma combinação entre o bem-estar humano e bem-estar ecossistêmico. Logo, essas duas dimensões são consideradas conjuntas, mas medidas separadamente (PESCOTT-ALLEN, 2001).

Cada uma das grandes dimensões se subdivide em cinco elementos, para a dimensão ecossistêmica foram elencados os elementos terra, ar, água, espécies e utilização dos recursos; já para a dimensão humana os elementos são: riqueza, conhecimento e cultura, população e saúde, comunidade e, por fim, equidade. A figura 1 representa a disposição de tais dimensões e elementos.

Figura 1- Dimensões e Elementos do Barômetro da Sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Prescott-Allen (2001)

A partir do modelo apresentado na Figura 1, é possível elencar os indicadores para cada elemento da Dimensão Humana e da Dimensão Ecológica. Para tanto, o método requer uma variedade de questões, precisando integrar dados de vários aspectos do sistema, como: economia, educação, qualidade da água, empregos, etc. Assim sendo, a principal vantagem do Barômetro é a sua capacidade de combinar indicadores e transformá-los em uma unidade comum avaliando-os em uma mesma escala geral, evitando distorções.

Para tal fim, Prescott-Allen (2001) sugere a utilização de escalas de performance, de base centesimal, para adequar os diferentes indicadores. Ele afirma que uma escala de performance oferece uma medida de quão boa é uma variável em relação às outras. Bom e ótimo estão em um dos extremos das escalas, enquanto que ruim ou péssimo estão no outro extremo, podendo esboçar a posição dos indicadores dentro dessas escalas, possibilitando, assim, a utilização conjunta dos mesmos. Dessa forma, os resultados dos indicadores podem ser combinados encontrando-se as médias para cada dimensão. Outra vantagem do BS é a possibilidade de os atores envolvidos determinarem o nível de sustentabilidade desejável através da seleção dos valores extremos das escalas (BOSSEL apud

CÂNDIDO, 2010).

Finalmente, as médias das duas maiores dimensões são alocadas num diagrama bi-dimensional, a fim de facilitar o entendimento dos tomadores de decisão. Cada uma das duas dimensões (social e ecossistêmica) está representada em um dos eixos do diagrama na forma de metáfora do ovo da sustentabilidade, na qual a sociedade é a “gema”, dependente do ecossistema que a rodeia e ampara “clara”, bem como a “clara” de um ovo que rodeia e necessita da gema. A fim de impedir que um bom resultado em um dos eixos mascare um resultado ruim no outro, as escalas de cada indicador e os eixos do gráfico foram divididos em cinco zonas de acordo com a classificação da escala do barômetro.

A partir da descrição do BS é possível inferir que o mesmo pode ser utilizado para calcular e analisar o nível de sustentabilidade para municípios em escopos geográficos e temporais diversos a partir de recortes e interesses específicos da pesquisa.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para aplicação do Barômetro da Sustentabilidade neste trabalho foi realizada pesquisa documental e exploratória, que fez uso de dados secundários de várias instituições públicas e privadas. Para compor a amostra da pesquisa, foram selecionados seis municípios que são destaque no Rio Grande do Norte na geração de energia eólica, a saber: Areia Branca, Brejinho, Guamaré, João Câmara, Macau e Rio do Fogo, que juntos somam um total de 1,16858 GW de energia em operação, de um total de 2,28101 GW em todo o estado (ANEEL, 2015), representando, assim, 51,23% do total da capacidade energética de matriz eólica instalada e em operação.

Quanto ao tratamento dos dados, foram utilizadas abordagens quantitativas no que se refere à mensuração dos indicadores selecionados para o conjunto dos municípios, e qualitativas a fim de permitir a compreensão dos resultados através de comentários.

Como procedimento de análise, foram adotados os passos sugeridos por Van Bellen (2006) que consistiu em: definir o sistema a ser observado e a meta a ser alcançada; pesquisa bibliográfica; estudo sobre a ferramenta; identificação das questões e objetivos; escolha dos indicadores e critérios de performance; medição e organização dos indicadores; combinação dos mesmos; alocação, organização e revisão do resultado.

### **Apuração dos indicadores e escalas de desempenho**

As subdivisões do Barômetro são formadas por um ou mais indicadores dependendo de suas particularidades. Para a maioria das escalas, foram adotados os valores máximos e mínimos auferidos do conjunto de municípios da amostra da pesquisa, já para os indicadores obtidos através dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS Brasil (IBGE, 2015) foram selecionadas as médias das escalas para o Brasil e para o Rio Grande do Norte. Logo, a estruturação dos indicadores utilizados esteve limitada à disponibilidade dos dados, tendo em vista que as informações foram coletadas de órgãos oficiais de domínio nacional, estadual e municipal.

A seleção de indicadores apenas logrará êxito caso seja feita de maneira adequada, pois só assim permitirá uma análise condizente com a realidade. Logo, depois de determinados os elementos e variáveis que serão utilizados, o próximo passo foi a seleção dos dados secundários e a estipulação dos limites mínimos e máximos da escala, de acordo com os valores concebidos pela amostra. Portanto, o quadro a seguir apresenta os elementos do Barômetro, os indicadores selecionados, suas respectivas fontes, e os intervalos utilizados para a escala na avaliação do bem-estar social.

Quadro 1- Fonte de dados e intervalos estabelecidos por indicador do bem-estar humano

Elemento	Indicador	Fonte	Escala do Barômetro da Sustentabilidade				
			0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
			Ruim	Pobre	Médio	Justo	Bom
População	Fecundidade Total	PNUD	2,21 - 2,44	2,45 - 2,68	2,69 - 2,92	2,93 - 3,16	3,17 - 3,35
	Mortalidade até 1 ano	PNUD	32,1 - 29,64	29,63 - 27,17	27,16 - 24,70	24,69 - 22,23	22,22 - 19,68
	Esperança de vida	PNUD	68,29 - 69,13	69,14 - 69,98	69,99 - 70,83	70,84 - 71,68	71,69 - 72,49
	Habitantes por unidade de saúde	CONASEMS	2346,42 - 2166,39	2166,38 - 1986,35	1986,34 - 1806,31	1806,30 - 1626,27	1626,26 - 1446,29
Conhecimento e cultura	Analfabetismo - 11 a 14 anos	PNUD	10,73 - 9,68	9,67 - 8,62	8,61 - 7,56	7,55 - 6,5	6,49 - 5,50
	Analfabetismo - 15 a 17 anos	PNUD	6,9 - 6,12	6,11 - 5,33	5,32 - 4,54	4,53 - 3,75	3,74 - 3,0
	Analfabetismo - 18 anos ou mais	PNUD	33,67 - 30,40	30,39 - 27,12	27,11 - 23,84	23,83 - 20,56	20,55 - 17,34
	IDEB (anos iniciais)	INEP	2,60 - 3,28	3,29 - 3,97	3,98 - 4,66	4,67 - 5,35	5,36 - 6,0
	IDEB (anos finais)	INEP	2,4 - 3,12	3,13 - 3,85	3,86 - 4,58	4,59 - 5,31	5,32 - 6,0
	Frequência líquida ao Ensino Superior	PNUD	1,10 - 2,87	2,88 - 4,65	4,66 - 6,43	6,44 - 8,21	8,22 - 9,97
Riqueza	Índice de Gini	IDS Brasil	0,577 - 0,548	0,547 - 0,518	0,517 - 0,488	0,487 - 0,458	0,457 - 0,434
	Domicílios com banheiro e água encanada	PNUD	46,3 - 55,18	55,19 - 64,07	54,08 - 72,96	72,97 - 81,85	81,86 - 90,68
	Domicílios com serviço de coleta de lixo	PNUD	97,26 - 97,74	97,75 - 98,23	98,24 - 98,72	98,73 - 99,21	99,22 - 99,68
	Famílias atendidas pelo bolsa família	CEF; IBGE	17,81 - 16,41	16,4 - 15,0	14,99 - 13,59	13,58 - 12,18	12,17 - 10,79
Valor adicionado da indústria	IBGE	8,78 - 20,78	20,79 - 32,79	32,8 - 44,8	44,81 - 56,81	56,82 - 68,78	

Fonte: Dados da Pesquisa, 2015.

O segundo quadro apresentado a seguir, representa os elementos, indicadores, fontes e intervalos da dimensão ecossistêmica utilizada para os fins desta pesquisa.

Quadro 2- Fonte de dados e intervalos estabelecidos por indicador do bem-estar ecossistêmico, para cada período analisado

Elemento	Indicador	Fonte	Escala do Barômetro da Sustentabilidade				
			0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
			Ruim	Pobre	Médio	Justo	Bom
Ar	Veículos por habitante	DENATRAN ; IBGE;	800 - 651	650 - 601	600 - 401	400 - 201	200 - 0
Terra	Terras em uso agrossilvipastoril	IDS Brasil	100 - 60	60 - 41	40 - 31	30 - 21	20 - 0
	Venda de Fertilizantes	IDS Brasil	312 - 250,86	250,85 - 189,7	189,6 - 128,56	128,55 - 67,41	67,40 - 6,3
	Uso de agrotóxico	IDS Brasil	10,46 - 8,428	8,427 - 6,395	6,394 - 4,362	4,361 - 2,329	2,328 - 0,3
	Lavoura temporária	IDS Brasil	0,1 - 9,98	9,99 - 19,87	19,88 - 29,76	29,77 - 39,65	39,66 - 49,5
Água	População residente na zona costeira	IDS Brasil	13025 - 10420	10419 - 7814	7813 - 5208	5207 - 2602	2601 - 0

Fonte: Dados da Pesquisa, 2015

Depois de estabelecidas as escalas e seus limites, o próximo passo foi calcular os valores centesimais (graus do barômetro) para cada indicador. O método para auferir os valores centesimais referentes à escala do Barômetro se deu através de duas fórmulas: a) a primeira está ligada diretamente aos indicadores que possuem relação positiva, ou seja, à medida que crescem, contribuem positivamente para a sustentabilidade; b) já a segunda é dada para relações negativas, onde na medida em que o indicador cresce, este contribui negativamente para o desenvolvimento sustentável. As equações 1 e 2 apresentam tais cálculos.

Para relações Positivas (Equação 1):

$$\left\{ \left[ \frac{\text{Valor do indicador} - \text{Valor base do indicador}}{\text{Valor topo do indicador} - \text{Valor base do indicador}} \right] \times 20 \right\} \\ + \text{Pontuação base do Barômetro}$$

Para relações Negativas (Equação 2):

$$\text{Pontuação do Topo do Barômetro} - \left\{ \left[ \frac{\text{Valor do Indicador} - \text{Valor base do Indicador}}{\text{Valor do topo do Indicador} - \text{Valor da base do indicador}} \right] \times 20 \right\}$$

Após os cálculos individuais para cada indicador, foram mensuradas as médias aritméticas para cada dimensão, até que se cheguem ao grau que representa a posição do *Barometer of Sustainability* para os seis municípios em estudo, referentes aos anos de 2005 e 2015. Tal representação foi elaborada a partir de uma adaptação de Prescott-Allen (2001), a qual estabelece que o grau possa variar de insustentável a sustentável: os valores de 0 a 20 serão classificados como ruim ou insustentável e marcados pela cor vermelha; os valores de 21 a 40 terão a classificação pobre ou potencialmente insustentável, atribuindo-se a eles a cor rosa; para valores de 41 a 60 serão denominados intermediários com a coloração amarela; de 61 a 80 serão justos ou potencialmente sustentáveis, apresentando a cor azul; e por fim, de 81 a 100 serão classificados como bons ou sustentáveis na cor verde. Por fim, os resultados serão dispostos na representação de um plano cartesiano, apontando para a situação da sustentabilidade dos municípios.

A seguir, serão explanados os resultados para cada município, mediante a aplicação desta metodologia.

## APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fim de analisar o bem-estar geral do conjunto de municípios (Areia Branca, Brejinho, Guamaré, João Câmara, Macau e Rio do Fogo), o presente estudo utilizou um total de 30 indicadores. Destes, 24 integram o bem-estar humano e o restante compõe o bem-estar ecossistêmico. Para a sociedade foram utilizadas as dimensões: população; riqueza; conhecimento e cultura; comunidade; e equidade. Para o ecossistema, utilizou-se

as dimensões: terra; água; e ar. O quadro a seguir mostra os resultados obtidos dos elementos da dimensão humana para cada um dos municípios estudados.

Quadro 3- Resultados dos índices para cada elemento do Barômetro da Dimensão Humana para 2005 e 2015

Dimensão Humana (2005)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
População	65,7	65,3	46,9	64,9	61	40,3	57,35
Conhecimento e Cultura	24,2	68	19,7	16,9	49,4	8,1	31,05
Riqueza	42,8	69,9	35,5	40,5	52,3	36,3	46,22
Comunidade	58	81	84	80	87	30	70
Equidade	86	70	45	12	67	35	52,5
Dimensão Humana (2015)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
População	62,9	56,2	17,7	27,1	50	64,4	46,38
Conhecimento e Cultura	26,4	74,3	19,5	23	50,3	15	34,75
Riqueza	52,6	64,1	36,8	37,4	58,6	36,5	47,7
Comunidade	27,6	64,2	67,9	47,9	79,8	67,8	59,2
Equidade	66,5	52,8	57,71	55,9	32,4	1,22	44,42

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

Os resultados da dimensão população, no período de 2005 foram, em sua maioria, classificados como potencialmente sustentáveis. No que diz respeito aos resultados mais atuais, percebe-se uma acentuada queda nas médias para Areia Branca, Brejinho, João Câmara e Macau. Tal desequilíbrio deve-se, principalmente, em função do indicador Taxa de Fecundidade Total, posto que com o passar dos anos tornou-se insustentável

nos quatro municípios citados. A taxa de mortalidade infantil e a esperança de vida ao nascer, que estão diretamente vinculadas ao acesso à saúde e às condições de vida da população, tornaram-se insustentáveis nos municípios de Brejinho e João Câmara.

Para a dimensão Conhecimento e Cultura, as médias não sofreram muitas alterações entre os períodos observados. Analisando-se as taxas de analfabetismo dos anos referentes ao ensino fundamental e ao ensino médio, foram verificadas reduções nos valores reais desses indicadores, possibilitadas pelo aumento do acesso à educação nos últimos anos em função, principalmente, da obrigatoriedade de oferta de ensino fundamental na rede pública municipal. A situação dos adultos não alfabetizados é mais crítica nos municípios estudados, tendo em vista que o menor índice da amostra representa uma quantidade de 17,34% de pessoas com 18 anos ou mais que não sabem ler nem escrever. Fazendo-se necessária uma maior atenção no que diz respeito às políticas públicas para a educação nessa faixa etária.

Para se nivelar a países desenvolvidos, o Plano de Desenvolvimento da Educação Básica (INEP, 2013) estabeleceu para o Brasil a meta de atingir nota 6,0 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB. Foi possível observar uma gradativa elevação das notas para os anos iniciais no período de 2015. Vale ressaltar que o valor máximo do indicador é uma meta em médio prazo. Sendo assim, merece destaque o município de Guararé em virtude de seu desempenho durante o período observado. No entanto, para os anos finais, não é perceptível aumento considerável em relação ao IDEB, situação essa que carece de avaliações a fim de encontrar os gargalos que impedem a evolução desta taxa. Verifica-se aumento da taxa de frequência líquida ao Ensino Superior durante o período, que pode ser derivado dos programas governamentais de inclusão, no entanto ainda é um percentual muito baixo de jovens frequentando universidades, sendo Rio do Fogo caracterizado por insustentável nos dois intervalos.

Um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável é a redução da pobreza. Assim sendo, um Índice de Gini acima de 0,5 já pode ser considerado representativo de fortes desigualdades, por essa razão, os resultados deste indicador para os municípios, tanto em 2005 quanto 2015, foram classificados como potencialmente insustentáveis.

A crescente onda de violência que afeta as cidades brasileiras reflete diretamente no aumento do coeficiente de mortalidade por homicídios, no entanto no período de 2005, quatro das seis cidades foram classificadas como sustentáveis; e, em 2015, como potencialmente sustentáveis, relevando que os municípios podem ser considerados tranquilos. Todavia, levando-se em consideração que na maioria dos municípios, em valores reais, a

mortalidade proporcional de jovens vem decrescendo e a de adultos se expandido, é necessário atentar para medidas de médio e longo prazo que sejam efetivas, a fim de reduzir a perda de população economicamente ativa.

Com relação à equidade dos municípios, a diferença entre sexos está muito evidente nos municípios de Areia Branca, Macau e Rio do Fogo em ambos os períodos, devendo-se evidenciar o desempenho de João Câmara que passou de insustentável a intermediário.

Finalmente, as médias do conjunto de municípios revelam que em todas as cidades, encontram-se gargalos principalmente no que se refere à educação em ambos os períodos. Os demais elementos foram classificados como intermediários. O quadro a seguir, apresenta os resultados para a dimensão Ecológica.

Quadro 4- Resultados dos índices para cada elemento do Barômetro da Dimensão Ecológica para 2005 e 2015

Dimensão Ecológica (2005)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
Ar	85,4	89,2	85,1	87,5	86,4	82,4	86
Terra	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7
Água	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
Dimensão Ecológica (2015)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
Ar	67,6	66,9	63,2	67,8	65,9	93,9	70,9
Terra	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8
Água	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

No que se refere ao bem-estar ecológico, o primeiro elemento consiste na variável Ar, que está essencialmente relacionada à vitalidade animal, vegetal e humana, uma vez que os processos de combustão dos automóveis ocasionam danos à saúde e ao bem-estar geral (KRONEMBERGER et al., 2008). Assim sendo, todos os municípios contribuíram positivamente em direção à sustentabilidade no período de 2005, enquanto que em 2015 apenas Rio do Fogo permaneceu sustentável, e os demais classificados como

potencialmente sustentáveis.

Para os elementos terra e água, os índices permaneceram constantes no período observado, sendo classificadas como intermediária e sustentável, respectivamente. Tal fato evidencia a crescente preocupação da sociedade em preservar os recursos que estão disponíveis para sua utilização e reposição. O quadro 5 apresenta as médias para cada dimensão no período observado, através desses resultados foi esboçada representação gráfica bidimensional do sistema.

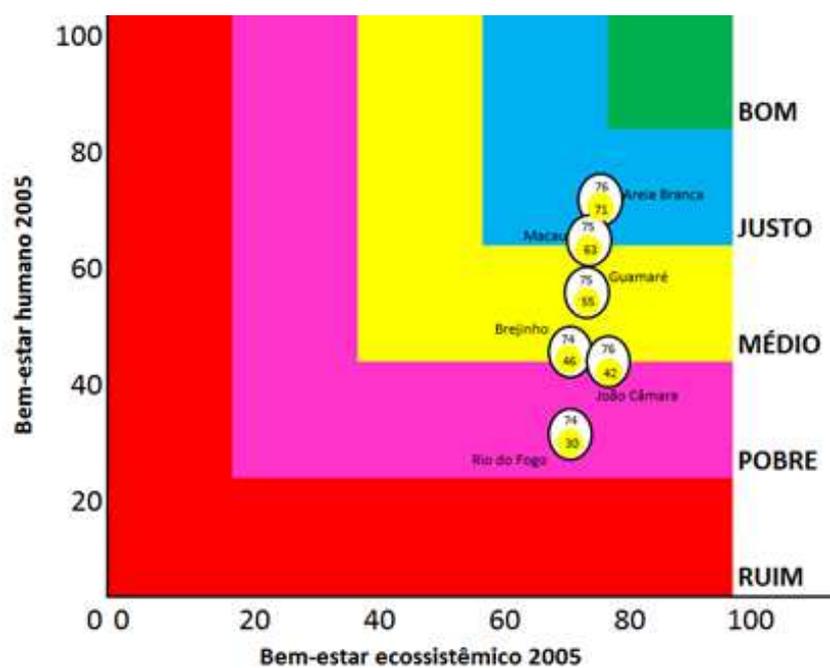
Quadro 5- Médias das dimensões Ecológica e Social para os períodos de 2005 e 2015

Bem-estar Ecológico	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo
2005	74,83	76,08	74,12	75,52	75,15	73,84
2015	68,95	68,65	67,44	68,96	68,32	77,67
Bem-estar Social	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo
2005	55,36	70,83	46,14	42,82	63,32	29,91
2015	47,22	62,32	39,95	38,29	54,25	37,00

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

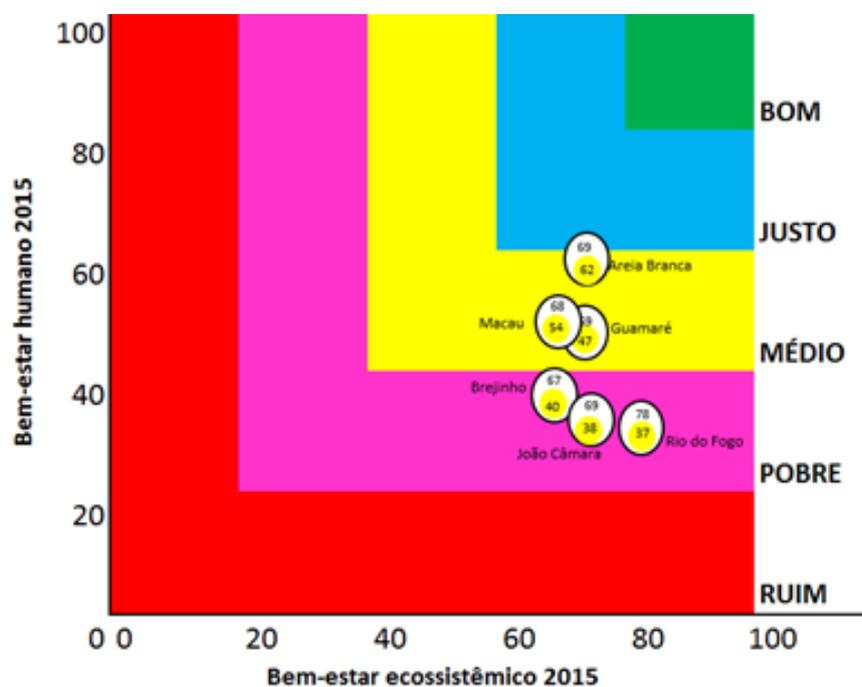
De modo geral, percebe-se que a dimensão Ecológica permaneceu estável durante o período analisado, enquanto que para os municípios de Brejinho, João Câmara e Macau foram observados decréscimos em seus índices referentes ao bem-estar social. Devem-se atentar, também, para a situação permanente de potencialmente insustentável apresentada por Rio do Fogo durante os dois períodos na dimensão social.

Figura 2- Índice de bem-estar do Barômetro dos seis municípios estudados antes da instalação das usinas



Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

Figura 3- Índice de bem-estar do Barômetro dos seis municípios estudados depois da instalação das usinas



Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

A partir da comparação das duas representações gráficas, observa-se que os pontos de intersecção permanecem aproximadamente no mesmo local diante do eixo relativo ao bem-estar ecossistêmico. No entanto, percebe-se ligeira queda em função ao eixo do bem-estar humano. Diante desses resultados, conclui-se de modo geral, que poucos foram os impactos na dimensão ecossistêmica, enquanto que a dimensão social sofreu mais durante o tempo decorrido, caracterizando os municípios como potencialmente insustentáveis (pobres) e intermediários em 2015.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão do desenvolvimento sustentável tem gerado diversos debates nas mais variadas esferas do conhecimento. O setor energético tem considerável influência no desenvolvimento por se tratar de um insumo básico para o progresso de toda a humanidade. E foi a partir da crise do petróleo, após a Segunda Guerra Mundial, que o setor eólico começou a ganhar visibilidade.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou mensurar e analisar a sustentabilidade dos municípios que receberam usinas eólicas no Rio Grande do Norte, numa perspectiva temporal, antes de depois da instalação desses empreendimentos, que foi possibilitada através da adaptação do *Barometer of Sustainability* (BS). Os resultados obtidos diante desse estudo mostraram que, ao longo dos anos, os índices de sustentabilidade da região foram diminuindo, principalmente aqueles que se referem à dimensão social, visto que a maioria dos municípios apresenta redução nos indicadores relacionados aos elementos comunidade e educação, em virtude do agravamento do coeficiente de mortalidade por homicídios e pelo elevado percentual de analfabetismo na idade adulta.

A partir destas reflexões, percebe-se a necessidade se reconsiderar as políticas de gestão de desenvolvimento regional para os municípios analisados, bem como ampliar as discussões acerca da questão eólica no Rio Grande do Norte, verificando-se o papel das políticas públicas adotadas e como se dá o relacionamento destes empreendimentos eólicos com os diversos atores sociais locais, a fim de promover avanços positivos no comportamento da sociedade em direção ao desenvolvimento sustentável.

Em se tratando das limitações do estudo, os resultados estão condicionados à dificuldade na coleta de dados para compor outros indicadores de fundamental importância na análise da sustentabilidade dos municípios, em virtude da indisponibilidade dos dados.

Tal carência de informações também pode ser observada em outros estudos acerca da sustentabilidade em pequenas localidades.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Matriz Energética do Brasil**: Usinas do tipo eólicas em operação (outubro de 2015). Disponível em: <[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Acesso em: 05 out. 2015.

BANCO DE DADOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE – DATA SUS. **Indicadores de Dados Básicos 2005**. Disponível em: <[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)>. Acesso em: 18 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de Dados Básicos 2012**. Disponível em: <[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)>. Acesso em: 18 jan.2015.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**: Conceitos, modelos e instrumentos. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Consulta pública do Bolsa Família 2015**. Disponível em: <<http://www1.caixa.gov.br/>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2015

CONSELHO NACIONAL DE SECRETARIAS MUNICIPAIS DE SAÚDE. **Informações básicas dos municípios**. Disponível em: <<http://www.conasems.org.br>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

CÂNDIDO, G. A.; LUCENA, A. D.; CAVALCANTE, J. N. **Sustentabilidade no município de João Pessoa**: Uma aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. In: Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, 2010.

CMMAD (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento). **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSITO. **Veículos por município**. Disponível

em: <<http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>>. Acesso em: 07 fev. 2015.

EWEA. **Powering Europe: Wind energy and electricity grid**. Brussels: EWEA, 2010.

GLOBAL WIND ENERGY CONCIL – GWEC. **Global Wind energy outlook 2008**. Brussels: GWEC, 2008.

\_\_\_\_\_. **Global Wind Statistics 2011**. Disponível em: <<http://www.gwec.net>>. Acesso em: 08 out. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> > Acesso em: 18 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2004**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 11 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2015**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 11 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional por amostra de domicílios 2008**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 17 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa sobre Assistência Médico-Sanitária 2009**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 16 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2002 - 2005**. Disponível em: <[www.biblioteca.ibge.gov.br](http://www.biblioteca.ibge.gov.br)>. Acesso em: 16 jan. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS ANÍSIO TEIXEIRA. **IDEB 2005 – Resultados e Metas**. Disponível em: <[www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br)>. Acesso em: 18 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **IDEB 2013 – Resultados e Metas**. Disponível em: <[www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br)>. Acesso

em: 18 jan. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Dados Regionais 2005**. Disponível em: <[www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br)>. Acesso em: 19 set. 2015.

KRONEMBERGER, D. M. P. et. al. Desenvolvimento Sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 25-50, 2008.

PAULINO, R. C. Rio Grande do Norte possui a maior matriz eólica do país. **Junta Comercial do Rio Grande do Norte**. Rio Grande do Norte: 18 de maio de 2015. Disponível em: <<http://www.jucern.rn.gov.br>>. Acesso em: 08 out. 2015.

PNUD - PROGRAMA DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DOS MUNICÍPIOS. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2002**. Disponível em: <[http://www.atlas-brasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/](http://www.atlas-brasil.org.br/2013/pt/perfil_m/)>. Acesso em: 17 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/)>. Acesso em: 09 fev. 2015.

PRESCOTT- ALLEN, R. **The wellbeing of nations: a country-by-country index of quality of life and the environment**. Washington, DC: Island Press, 2001.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa**. 2. Ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento Sustentável: O desafio do século XXI**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.



# SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA: DESCRIÇÃO DE INDICADORES ADAPTADOS À GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

Rafael Felipe R.R.M. Cavalcanti<sup>1</sup> e Gesinaldo Ataíde Cândido<sup>2</sup>

**RESUMO:** Atualmente a energia renovável tem sido vista como um fator importante para o desenvolvimento sustentável. Os indicadores de sustentabilidade energética constituem-se num mecanismo para um melhor conhecimento da atividade e as suas contribuições para a sustentabilidade, o que torna necessária então a descrição dos mesmos para análise da relação das suas relações com o contexto. Neste sentido, o objetivo desse artigo é descrever um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética específicos para o processo de geração de energia eólica. Em termos metodológicos, trata-se de uma pesquisa exploratória de levantamento de informações em base de dados relacionado ao tema sustentabilidade energética. A principal referência utilizada foi o guia de diretrizes e metodologias dos indicadores de sustentabilidade energética da Agencia Internacional de Energia Atômica (AIEA), a qual utilizou a abordagem do tipo pressão, estado e resposta das diretrizes. Como resultados foram descritos 27 indicadores para sustentabilidade energética na energia eólica, sendo 10 para dimensão Ambiental, 10 para Econômica e 7 para Social, essa descrição realizou-se através de três componentes descrição, relação com índice e critério de avaliação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento Sustentável; Indicadores de Sustentabilidade; Energia Renovável.

---

<sup>1</sup> Mestrando, Programa Pós Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB, Fone: 083- 8171-1617, rafaelfrmcavalcanti@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq  
22. Professor titular em Administração Geral da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: gesinaldo@pq.cnpq.br.

**ABSTRACT:** Currently renewable energy has been seen as an important factor for sustainable development. Energy sustainability indicators constitute a mechanism for a better understanding of the activity and its contributions to sustainability, which makes it necessary then the description of them to analyze the relationship of its relations with the context. Accordingly, the purpose of this article is to describe a set of energy sustainability indicators specific to the process of wind power generation. In terms of methodology, it is an exploratory research survey information in the database related to the theme of energy sustainability. The main reference used was the guide of guidelines and methodologies of energy sustainability indicators of the International Atomic Energy Agency (IAEA), which used the type approach pressure, state and response guidelines. The results were described 27 indicators for sustainable energy in the wind, 10 for Environmental size, 10 for Economic and 7 to Social, this description was carried out through three components description, related content and evaluation criteria.

**KEYWORDS:** Sustainable development; Sustainability Indicators; Renewable Energy.

## **INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento sustentável e a questão da sustentabilidade energética passaram a ser pauta constante de discussão após as duas crises do petróleo em 1973 e 1979. Para Macedo (2015) o interesse pelas energias renováveis surge como resultado de uma nova concepção de política energética, cujo vetor principal reside tanto na necessidade de diversificar as fontes de suprimento de petróleo como garantir a segurança energética, sobretudo na necessidade de enfrentar as mudanças climáticas. Dentre essas a energia eólica tem tido destaque tanto internacionalmente, quanto nacionalmente.

Simas e Pacca (2012) apontam um conjunto de benefícios socioeconômicos trazidos pelas energias renováveis, no entanto se faz necessária a busca por um sistema de mensuração para essa sustentabilidade energética, pois uma das barreiras para avaliar a sustentabilidade é de criar instrumentos de mensuração, como exemplos indicadores do desenvolvimento, sendo estas ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, se associam de diversas formas, revelam significados sobre os fenômenos referentes, tais indicadores são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o monitoramento e avaliação do progresso alcançado em direção ao desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2010).

Veiga (2010) afirma que a ideia de sustentabilidade exige um conjunto de indicadores, pois ela só poderá ser bem avaliada se houver medidas simultâneas da dimensão ambiental, do desempenho econômico, e da qualidade de vida (ou bem-estar). Os indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável representam uma importante ferramenta de planejamento para alcançar o desenvolvimento sustentável, onde estes indicadores são destinados a fornecer uma ferramenta flexível para analistas e tomadores de decisão para compreender melhor a sua situação e as tendências, os impactos das políticas recentes e os potenciais impactos das mudanças políticas. Neste sentido, estes indicadores mostram-se importantes para analisar o impacto das políticas energéticas recentes, assim como, a promoção e incentivo ao uso de energias renováveis dentre essas a eólica.

A partir destas considerações, o objetivo deste artigo é descrever um conjunto de indicadores para mensurar a sustentabilidade energética para municípios que tiveram a instalação de empreendimentos eólicos. Para a proposição de tais indicadores utilizou-se o guia de diretrizes e metodologias dos indicadores de sustentabilidade energética da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), onde tais indicadores adotaram a abordagem do tipo pressão, estado e resposta das diretrizes, como também foi realizado uma revisão bibliográfica e documental para fazer a contextualização e caracterização quanto as peculiaridades do setor na região do estudo.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Desenvolvimento sustentável**

O desenvolvimento sustentável teve suas primeiras discussões diante da criação da Organização das Nações Unidas (ONU) em 1945, tendo a Conferência das Nações Unidas para a conservação e uso dos recursos em 1949, onde foram discutidas questões atuais do desenvolvimento sustentável como recursos naturais, combustíveis e energia, gestão de recursos hídricos, novas tecnologias. Esta conferência teve foco científico e não político, pois esta não teve o poder de impor compromissos governamentais, no entanto foi marco da discussão sobre o desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2010).

Outro marco histórico se deu em 1980 quando a Internacional Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) publicou o World Conservation Strategy tendo o desenvolvimento sustentável como objetivo a ser alcançado, tendo como resultado o “Relatório Brundtland” ou Nosso Futuro Comum que propunha que o crescimento

econômico possuía uma relação não-antagônica com a manutenção do Meio ambiente, sendo então estabelecidas algumas medidas que deveriam ser seguidas pelos governos e definiu o conceito mais aceito de desenvolvimento sustentável.

Com relação à perspectiva teórica do desenvolvimento sustentável demonstra-se duas correntes de interpretação desse conceito, o primeiro Neoclássico ou Economia ambiental que considera que os recursos naturais não representam em longo prazo um limite a expansão da economia. Já a outra corrente da economia ecológica vê o sistema econômico como um subsistema todo maior com algumas restrições absolutas a expansão, onde o capital e os recursos são complementares e o processo é baseado na eficiência e eficácias no uso dos recursos, pois esses limites podem ser irreversíveis, então essa corrente considera os riscos e incertezas, e trabalham com a precaução para que o ambiente não seja degradado a ponto da irreversibilidade (ROMEIRO, 2010).

### **Indicadores de sustentabilidade**

Desde a publicação do Relatório Brundtland, em 1987, diversas organizações internacionais e organizações nacionais têm vindo a desenvolver conjuntos de indicadores para medir e avaliar um ou mais aspectos do desenvolvimento sustentável. Estes esforços receberam um grande impulso na sequência da adoção da Agenda 21 na Cimeira da Terra, em 1992, que (no capítulo 40) solicita especificamente países e governamental internacional e não governamental as organizações a desenvolver o conceito de indicadores de desenvolvimento sustentável e para harmonizá-las a nível nacional, regional e global (IAEA, 2005).

A necessidade de utilizar indicadores está na possibilidade de consecução de informações a respeito de determinada realidade e possui como principal característica o potencial de concatenar um conjunto complexo de informações retendo apenas o significado essencial dos aspectos estudados, sendo que esses indicadores de sustentabilidade mostram as variações de valores ou estados de determinada variável, que se apresentando distintos no tempo, sinalizam aspectos fundamentais ou prioritários no processo de desenvolvimento, particularmente em relação às variáveis que afetam a sustentabilidade (CAMARGO et al., 2004).

Os indicadores têm como objetivo principal agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente, sintetizando as informações com-

plexas sobre um fenômeno melhorando sua informação. Diante da importância de mensurar a sustentabilidade surgem como questão estratégica, os indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável, sendo estes uma ferramenta importante de planejamento para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Os indicadores são destinados a fornecer uma ferramenta flexível para analistas e tomadores de decisão para que possam compreender melhor a sua situação e as tendências, assim como os impactos das políticas recentes e os potenciais impactos das mudanças políticas.

Para definir quais indicadores tem importância deve considerar o ambiente, além de avaliar a realidade em questão. Por outro lado, quando um conjunto de indicadores é estabelecido, é essencial que esses privilegiem as interações entre os componentes e suas dimensões. Diante desses fatos torna-se necessário que os indicadores de sustentabilidade energética sejam descritos para que se possa perceber as relações dos critérios de avaliação com indicador, assim como do indicador com a sustentabilidade energética.

### **Sustentabilidade energética**

O abastecimento de energia adequado e acessível tem sido fundamental para o desenvolvimento econômico e a transição da subsistência das economias agrícolas para as sociedades industriais e orientadas a serviços modernos. Sendo este ponto central para a melhoria do bem-estar social e econômico, e indispensável para geração de riqueza industrial e comercial. A energia tem demonstrado ser chave para o alívio da pobreza, melhoraria do bem-estar humano e para elevar os padrões de vida, no entanto a energia é apenas um meio para um fim (IAEA, 2007).

A OECD (1997) considera que o desenvolvimento sustentável do setor energético depende do encontro de caminhos para atender as necessidades da demanda, obedecendo a critérios de meio ambiente sustentável, socialmente equitativo, economicamente viável.

Para Machado et al. (2008) o conceito de sustentabilidade energética incorpora a análise da dimensão ambiental, ou seja, se o processo produtivo e de consumo possui ao mesmo tempo na sua entrada uma fonte de energia cuja aquisição seja ambientalmente cíclica e renovável e se os poluentes relacionados à produção e ao consumo de energia não excedem a capacidade de absorção média do ambiente, e em que medida atua como um meio de ação para reduzir as emissões de gases poluentes na atmosfera, o uso intensivo de recursos hídricos e extensivo de terra e a produção de resíduos, como determinado

pelos padrões científicos. A dimensão social, ou seja, se o processo produtivo e de consumo afeta a saúde e o bem-estar das pessoas diretamente relacionadas, e se é incluído quantitativa e qualitativamente em termos de geração de empregos e de renda. E por último a análise da dimensão econômica, ou seja, em que ponto o preço real da energia para utilização final influi sobre a demanda energética nacional e internacional e, conseqüentemente, na pressão exercida sobre o meio ambiente pelas atividades de produção e de consumo da energia. Portanto, é importante para as decisões políticas compreender as implicações e impactos dos diferentes programas de energia, políticas alternativas, estratégias e planos de desenvolvimento na formação dentro de seus países, e viabilidade de tornar o desenvolvimento sustentável ao longo do tempo.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolvida tem caráter exploratório, onde de acordo Gil (1999) esse tipo de pesquisa é desenvolvido no sentido de proporcionar uma visão acerca de determinado fato, sendo estes realizados em temas poucos explorados. Portanto, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre *indicadores de sustentabilidade* para atividade *energética*. Dentre as pesquisas levantadas foram selecionados um grupo de 60 indicadores para sustentabilidade energética, onde se pode observar que os principais trabalhos nesse assunto eram adaptados aos indicadores propostos pelo guia de diretrizes e metodologias da Agência Internacional de Energia Atômica, portanto o presente trabalho segue orientações desse guia como parâmetro para avaliação dos indicadores.

No entanto esses indicadores necessitavam avaliar a sustentabilidade energética para energia eólica, então para que os indicadores pudessem ser escolhidos e adaptados às peculiaridades da energia eólica e dos municípios do Rio Grande do Norte que instalaram parques eólicos em seu território, realizou-se uma caracterização da localidade através de levantamento bibliográfico e documental.

A partir da caracterização e contextualização da região e do setor, elaborou-se um sistema de indicadores de sustentabilidade energética com 27 indicadores divididos em três dimensões Social, Econômica e Ambiental. A dimensão social foi subdividida em dois temas: saúde e equidade, onde este tema se divide em acessibilidade, disparidade. Já a dimensão econômica foca na questão dos padrões de produção e consumo, sendo subdividida em: uso geral, Produtividade, Fontes Eficientes, Produção, Segurança Energética e Preço. Enquanto que a dimensão ambiental se divide em ar, água, terra e socioambiental.

Os indicadores das três dimensões terão como critério de avaliação a evolução da sustentabilidade desde o crescimento da energia eólica em 2006 até 2015, para que possa notar a possível evolução ou não da sustentabilidade energética influenciada pela cadeia eólica, porém cada indicador também terá critérios individuais de acordo com valores dos índices Estaduais, Nacionais.

Na definição de indicadores para sistemas energéticos é importante levar em consideração as ações da sociedade relacionadas ao uso racional da energia, as fontes de energia disponíveis localmente e que tenham um potencial de uso interessante tecnicamente, avaliando seu rendimento e a alteração ambiental que suas utilizações geram. Além de avaliar se economicamente tal exploração é viável. Os indicadores avaliam a situação atual e para que uma situação futura mais sustentável seja alcançada, ações de melhoria foram determinadas para a busca da sustentabilidade.

As descrições dos indicadores energéticos serão elaboradas diante de três componentes. O primeiro será a descrição em si que explicará qual significado do indicador, em seguida faz-se uma análise da relação do índice em relação a positividade ou negatividade do índice mencionado na metodologia isso faz-se necessário para possível avaliação e criação do índice de sustentabilidade energética, onde esta relação se dará de forma positiva a partir que o valor do indicador cresça o mesmo influencie positivamente a sustentabilidade energética, enquanto essa relação será negativo quando a medida que valor do indicador cresça, influencie o indicador de forma negativa quanto a sustentabilidade Energética, e por último é demonstrado quais serão os componentes ou fatores utilizados para critério de avaliação adequados para sustentabilidade energética no âmbito municipal .

## **APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **Dimensão social**

Os indicadores da dimensão social têm como objetivo avaliar quanto os empreendimentos da cadeia produtiva eólica tem contribuído para o desenvolvimento local, neste sentido, o que traz a necessidade de considerar que a expansão da oferta de energia elétrica deve privilegiar aspectos socioambientais.

Na dimensão social foram escolhidos e adaptados três indicadores do (EIDS) e incluídos outros quatro indicadores para mensurar a equidade e saúde dos municípios. Se-

gundo IAIE (2005) a disponibilidade de energia tem um impacto direto sobre as oportunidades de pobreza, emprego, educação, transição demográfica, poluição interna e saúde, Ante essa afirmação se faz necessário mesurar se de fato esses empreendimentos energéticos trouxeram benefícios sociais para as regiões onde foram instaladas. Diante de tais fatos os indicadores (Ver Quadro 1) estão descritos como:

Quadro 1– Dimensão Social dos indicadores de sustentabilidade energética

PROPOSTA DE INDICADORES SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA				
	Tema	Sub- tema	Indicador Energético	
DIMENSÃO SOCIAL	Equidade	Acessibilidade	Social 1	Porcentagem residências sem eletricidade
			Social 2	Parcela da População empregada em empreendimentos da cadeia produtiva eólica
		Desigualdade	Social 3	A utilização de energia residencial por representativos para cada grupo de renda correspondente em quintis (20%)
			Social 4	Parcela da População atendida por programa de qualificação
			Social 5	Homicídios
	Saúde	Social 6	Acidentes de trabalhos	
		Social 7	Parcela da População com acesso a saneamento básico	

Fonte: Adaptado de AIEA (2005)

#### **SOCIAL 1 - Porcentagem residências (ou população) sem eletricidade**

**Descrição:** Este indicador tem o objetivo de monitorar o progresso na acessibilidade e disponibilidade do serviço de energia elétrica

**Relação com Índice:** Negativo (Quanto maior número de residências sem energia elétrica maior a insustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Porcentagem de residências sem eletricidade

#### **SOCIAL 2 - Parcela da população empregada em empreendimentos eólicos**

**Descrição:** Este indicador avalia quanto o setor energético está colaborando com geração de renda da população

**Relação com Índice:** Positivo (A medida que o índice cresce colabora positivamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** População economicamente ativa trabalhando no setor energético / população economicamente ativa

### **SOCIAL 3 - A utilização de energia residencial por representativos para cada grupo de renda correspondente em quintis (20%)**

**Descrição:** Este indicador fornece uma medida da disparidade de energia e acessibilidade. O indicador é uma avaliação da quantidade de eletricidade utilizada pela população em relação ao nível de renda

**Relação com Índice:** Negativo (A disparidade a medida que cresce colabora negativamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Quilowatts-hora (kWh) por ano em quintis 20%

### **SOCIAL 4 - Parcela da população atendida por programa de qualificação**

**Descrição:** Este indicador analisa como os empreendimentos eólicos buscam inserir pessoas locais no mercado de trabalho

**Relação com Índice:** Positivo (A medida que o índice cresce colabora positivamente para sustentabilidade energética )

**Critério de Avaliação:** Porcentagem da população atendida pela capacitação oferecida pelo setor energético

### **SOCIAL 5- Quantidade de Homicídio**

**Descrição:** Este indicador serve como parâmetro de desigualdade social, sendo este um dos fatores influenciadores da sustentabilidade energética

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que índice aumenta, contribui negativamente para equidade social, fator da sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Número de homicídios por habitante

### **SOCIAL 6 -Acidentes de trabalhos**

**Descrição:** Este indicador mostra o número de fatalidades no setor energético e atividades correlatas.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que índice de acidentes cresce, colabora negativamente com a sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Número de acidentes em empreendimentos

### **SOCIAL 7- Parcela da População com acesso a Saneamento Básico**

**Descrição:** Este indicador serve como parâmetro para avaliar a saúde, pois Segundo World Health Organization - WHO (2004), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o seu bem estar físico, mental e social

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que indicador cresce, colabora negativamente com a sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Porcentagem de residência com saneamento básico

Diante das descrições dos indicadores sociais nota-se que estes procuram avaliar fatores como acessibilidade da população, impacto dos gastos com energia elétrica na renda, sendo estes fatores importantes para análise das condições sociais de uma região, outro fator é que esses indicadores auxiliam avaliar como a sistema de energia afeta a saúde pública. Portanto percebe-se que a sustentabilidade energética em relação à sociedade se dá através da equidade social, preço justo pela energia e qualidade de vida em relação à saúde humana. A seguir serão descritos os indicadores da dimensão econômica que buscam avaliar quesitos necessários para abastecimento energético.

### **Dimensão econômica**

As economias modernas dependem de um abastecimento energético viável e adequado, e desenvolver os países precisam garantir isso como um pré-requisito para a industrialização. Todos os sectores da economia - residencial, comercial, transporte, serviços e agricultura – demanda serviços modernos de energia. Esses serviços, por sua vez promovem econômica e social desenvolvimento a nível local, aumentando a produtividade e permitindo renda local geração. O abastecimento de energia afeta empregos, produtividade e desenvolvimento. A eletricidade é a forma dominante de energia para comunicações, tecnologia da informação, indústria e serviços (IAEA,2005). Perante esse fato

para a dimensão Econômica foram escolhidos e adaptados dez indicadores do (EIDS), tais indicadores (Ver Quadro 2) descritos abaixo estão divididos em padrões de produção e consumo, sendo este subdividido em Produção, Produtividade, Fontes Eficientes, Uso Geral, Segurança Energética e Preço.

Quadro 2 – Dimensão Econômica dos indicadores de sustentabilidade energética

PROPOSTA DE INDICADORES SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA PARA ENERGIA				
Tema	Sub- tema	Indicador Energético		
Padrões de produção e consumo	Produção	Econômico 1	Proporção entre potencial e capacidade instalada setor eólico	
	Produtividade	Econômico 2	Uso de eletricidade / produto interno bruto (PIB)	
	Fontes Eficientes	Econômico 3	Perdas elétricas nos Parques eólicos	
	Uso geral	Econômico 4	Consumo de energia elétrica Residencial / IDH	
		Econômico 5	Utilização final de energia por unidade de valor agrícola adicionado	
		Econômico 6	Utilização final de energia por unidade de serviço e Comercio	
		Econômico 7	Consumo de Energia Residencial per capita	
		Econômico 8	Utilização final de energia por unidade de valor industrial adicionado	
	Segurança energética	Econômico 9	A proporção de importações líquidas de energia total ao ano	
	Preço	Econômico 10	Os preços reais pagos pelos consumidores finais de energia	

Fonte: Adaptado de AIEA (2005)

### **ECONÔMICO 1 – Proporção entre potencial e capacidade instalada setor energético**

**Descrição:** Este indicador fornece uma base para estimar o futuro do abastecimento de energia.

**Relação com Índice:** Positivo (A medida que indicador cresce influencia positivamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Potencial /capacidade Instalada em Megawatts (Mw)

### **ECONÔMICO 2 - Uso de eletricidade para O produto interno bruto (PIB)**

**Descrição:** Este indicador reflete as tendências do consumo de energia total em relação

ao PIB, indicando a relação geral do consumo de energia para o desenvolvimento econômico.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que índice cresce, maior será a ineficiência energética, portanto colabora com a insustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Consumo médio de eletricidade/ PIB (Município)

### **ECONÔMICO 3 – Perdas elétricas**

**Descrição:** Este indicador mede a eficiência de conversão de energia e sistemas de distribuição nas cadeias de abastecimento de energia.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que índice cresce refere a maior perda, ou seja, colabora negativamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Porcentagem de perda elétrica

### **ECONÔMICO 4 - Consumo Final de Eletricidade Residencial Per Capita**

**Descrição:** Este indicador indica o desenvolvimento da economia e na prestação de serviços vitais que melhoram a qualidade de vida.

**Relação com Índice:** Positivista (O crescimento de consumo em áreas com IDH baixo, demonstra o desenvolvimento energético sustentável para a região)

**Critério de Avaliação:** Consumo de energia elétrica Residencial / IDH

### **ECONÔMICO 5 - Utilização final de energia por unidade de valor agrícola adicionado**

**Descrição:** Este indicador é uma medida da intensidade energética no agregado setor agrícola que pode ser usado para a análise de tendências, especialmente em energias renováveis.

**Relação com Índice:** Positivista (A medida que índice cresce, indica evolução de energia renovável e crescimento econômico na zona rural auxiliando no decréscimo de urbanização e na sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Megawatts-hora (kWh) setor agrícola / PIB no setor Agrícola

### **ECONÔMICO 6 - Utilização final de energia por unidade de serviço e comercial**

**Descrição:** Este indicador é usado para monitorar as tendências do consumo de energia no serviço.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que índice cresce demonstra ineficiência energética e insustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Megawatts-hora (kWh) consumidos no comércio / PIB no setor de serviços

#### **ECONÔMICO 7 - Quantidade de energia residencial total utilizada por pessoa**

**Descrição:** Este indicador é usado para monitorar o consumo de energia no setor doméstico.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que cresce demonstra ineficiência energética e insustentabilidade)

**Critério de Avaliação:** Consumo de energia elétrica Residencial / População (MWh/hab)

#### **ECONÔMICO 8 - Utilização final de energia por unidade de valor industrial adicionado**

**Descrição:** Este indicador mede o uso de energia agregado do setor industrial e pode ser utilizado para avaliar tendências em melhorias tecnológicas e mudanças na estrutura do setor industrial e subsectores.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que cresce demonstra ineficiência energética e insustentabilidade)

**Critério de Avaliação:** Megawatts-hora (kWh) setor industrial / PIB no setor industrial

#### **ECONÔMICO 9 - A proporção de importações líquidas de energia total ao ano**

**Descrição:** Este indicador mede a extensão em que uma região depende de importações para satisfazer as suas necessidades energéticas.

**Relação com Índice:** Negativo (O crescimento da dependência de uma região, colabora com sua insustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Percentagem de importação de energia ao ano

#### **ECONÔMICO 10 - Os preços reais pagos pelos consumidores finais de energia com e sem impostos e subsídios**

**Descrição:** Este indicador reflete o preço final pago pelos consumidores pelo serviço de energia.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que indicador cresce influencia negativamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Preço pago por unidade de eletricidade

Nota-se que os indicadores da dimensão econômica para sustentabilidade energética relacionam com fatores como a eficiência dos sistemas energéticos, a evolução da fontes renováveis na matriz energética, como também avalia a que ponto a fonte energética esta desenvolvida. Estes indicadores buscam avaliar também os impactos dos setores: industrial, comercial, agricultura e residencial sobre o sistema energético, como também de que forma estes influenciam os setores.

### Dimensão ambiental

Para a dimensão ambiental foram escolhidos e adaptados cinco indicadores do (EIDS) e incluídos outros cinco indicadores para mensurar os impactos na atmosfera, terra, água e os socioambientais. Apesar de a energia eólica ser considerada uma energia limpa, se faz necessário mensurar os impactos ambientais que são decorrentes da instalação da cadeia produtiva eólica, pois para que haja a sustentabilidade energética é preciso que se obedeça aos critérios de um ambiente sustentável. Portanto os indicadores ambientais (Ver Quadro 2) estão descritos como:

Quadro 3– Dimensão Social dos indicadores de sustentabilidade energética

	PROPOSTA DE INDICADORES SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA		
	Tema	Indicador Energético	
<b>DIMENSÃO AMBIENTAL</b>	<b>AR</b>	Ambiental 1	Emissões de poluentes atmosféricos provenientes de sistemas de energia
	<b>Terra</b>	Ambiental 2	Impactos Sobre Geologia Local
		Ambiental 3	Proporção de resíduos sólidos descartados adequadamente ao total gerado de resíduos sólidos
		Ambiental 4	Proporção da geração de resíduos sólidos para unidades de energia produzida
		Ambiental 5	Impacto sobre Flora
		<b>Água</b>	Ambiental 6
	<b>Socioambiental</b>	Ambiental 7	Ações Mitigadoras
		Ambiental 8	Emissão de ruído
		Ambiental 9	Impactos visual
		Ambiental 10	Impacto sobre Fauna

Fonte: Adaptado de AIEA (2005)

### **AMBIENTAL 1 - Emissões de poluentes atmosféricos provenientes de sistemas de energia**

**Descrição:** Este indicador acompanha o lançamento de poluentes do ar para a atmosfera de atividades relacionadas com a energia

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que indicador cresce influencia negativamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Toneladas por ano

### **AMBIENTAL 2- Impactos sobre Geologia**

**Descrição:** Este indicador avalia as modificações devido a instalação de empreendimentos eólicos.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que o índice cresce, colabora negativamente com a sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Número de Empreendimentos eólicos instalados e impactos gerados

### **AMBIENTAL 3 - Proporção de resíduos sólidos descartados adequadamente ao total gerado de resíduos sólidos**

**Descrição:** O principal objetivo deste indicador é o de avaliar a extensão da adequada destinação de resíduos sólidos do setor de energia

**Relação com Índice:** Positivo (A medida que indicador cresce influencia positivamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Percentagem de resíduos adequadamente descartados

### **AMBIENTAL 4 - Proporção da geração de resíduos sólidos para unidades de energia produzida**

**Descrição:** O principal objetivo deste indicador é fornecer informações sobre a quantidade e tipo de resíduos sólidos gerados a cada ano pelo setor de energia.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que indicador cresce influencia negativamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Toneladas de resíduos por unidade de energia produzida horas de megawatts (MWh)

### **AMBIENTAL 5 - Degradação da Flora**

**Descrição:** Este indicador avalia o nível de supressão vegetal que os empreendimentos

eólicos trouxeram para região.

**Relação com Índice:** Negativo (O crescimento da supressão vegetal colabora negativamente com a sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Área m<sup>2</sup> de supressão vegetal após instalação empreendimentos energéticos

#### **AMBIENTAL 6 - Impactos sobre os recursos hídricos**

**Descrição:** Este indicador avalia diante da população se houve interferência na disponibilidade hídrica local.

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que indicador cresce influencia negativamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** disponibilidade da água em metros cúbicos ou Numero de poços perfurados

#### **AMBIENTAL 7 – Ações mitigadoras**

**Descrição:** Este indicador está diretamente relacionado aos indicadores anteriores, analisando quais medidas foram tomadas para minimização dos impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de empreendimentos da cadeia eólica, ficando explícita a necessidade estudo ambiental.

**Relação com Índice:** Positiva (A medida que índice cresce colabora positivamente para sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Cumprimento das ações indicadas no Estudo de Impacto Ambiental

#### **AMBIENTAL 8 - Emissão de ruído**

**Descrição:** Este indicador mede Níveis de ruído diminuem à medida que aumenta a distância entre turbinas eólicas e são mais comumente expressos em dB(A), decibéis medidos na escala A de compensação do aparelho medidor (decibelímetro), por ser essa a escala que mais se aproxima da percepção humana do ruído;

**Relação com Índice:** Negativo (A medida que ruído aumenta, aumenta o impacto socioambiental, colaborando negativamente com a sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** decibéis medidos na escala A de compensação do aparelho medidor (decibelímetro)

## **AMBIENTAL 9 - Impactos visuais**

**Descrição:** Este indicador analisa o impacto visual que os parques eólicos trouxeram a região. Os modernos aerogeradores, com alturas das torres superiores a 100 m e comprimento das pás de acima de 30 m, constituem obviamente uma alteração visual da paisagem.

**Relação com Índice:** Negativo (em áreas turísticas o impacto visual muda foco da paisagem natural, portanto à medida que indicador cresce colabora negativamente com a sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Medição através de observação da distância entre empreendimento e a localização do conglomerado de residências mais próximas

## **AMBIENTAL 10 - Degradação da Fauna**

**Descrição:** Este indicador tem como objetivo avaliar a interferência dos empreendimentos eólicos em relação aos animais, perturbação na migração (mudanças nos padrões de migração); perda de habitat de reprodução e alimentação; alteração dos padrões de movimentação e utilização do habitat devido à perturbação associada à presença das turbinas.

**Relação com Índice:** Negativo (O crescimento de impactos sobre a fauna afeta negativamente a sustentabilidade energética)

**Critério de Avaliação:** Avaliação acidentes com aves, impactos na reprodução de peixes, ataques de animais peçonhentos.

A dimensão ambiental para sustentabilidade energética apresentou os indicadores que sofreram uma maior mudança em relação às diretrizes da IAEA, pois estes necessitavam adapta-se a fatores peculiares da energia eólica, tais como impacto visual e com emissão de ruído. Este fator se fez necessário para que fosse possível realizar uma avaliação bem contextualizada dos impactos ambientais que esse crescimento acima da média tem ocasionados às regiões que tiveram empreendimentos da cadeia eólica instaladas em seu território.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da pesquisa nota-se que a energia tem sido tratada como um fator especial, principalmente após as crises do petróleo, quando surgem as energias renováveis dentre essas a eólica que vem ganhando cada vez mais espaço na matriz energética mundial.

Sendo assim os indicadores da sustentabilidade energética se torna necessário para que se possa mensurar e avaliar essas novas políticas energéticas.

Neste sentido, o objetivo proposto no artigo é alcançado através da descrição de 27 indicadores, dividido nas três dimensões da sustentabilidade energética. Tais indicadores constituem-se em uma ferramenta para que se possa avaliar as políticas energéticas implantadas para a fonte eólica, tendo como base para esta análise os três pilares do conceito de sustentabilidade energética que são o meio ambiente sustentável, população socialmente equitativa e economicamente viável.

Foi mostrado ainda, como cada relação de cada indicador descrito, a sua relação com o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade energética, assim como, os critérios de avaliação que devem ser utilizados para análise dos indicadores.

Os resultados aqui apresentados demandam a necessidade de projeto piloto para que estes possam ser testados, assim como visitas a área de estudo para que possa haver uma contextualização mais peculiar, onde alguns indicadores poderão ser adicionados ou adaptados para as peculiaridades da região.

## **REFERÊNCIAS**

AMARANTE, O. A. C.; ZACK, J.; BROWER, M.; LEITE DE SÁ, A. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília, 2001.

CAMARGO, A. S. G.; UGAYA, C. M. L.; AGUDELO, L. P. P. Proposta de definição de indicadores de sustentabilidade para geração de energia elétrica. **Revista Educação e Tecnologia**, n. 8, p. 1-21, 2004.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5.ed.São Paulo: Atlas,1999.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**. IAIE. 2005.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Energy Indicators for Sustainable Development: Country Studies on Brazil, Cuba, Lithuania, Mexico, Russian Federation, Slovakia and Thailand**. IAEA. 2007.

MACEDO, Luziene D. **Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte**. 2015. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico). Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP. Campinas-SP. 2015.

MENDES, R. L. R. **Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico de água**. 2005. 227f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido). Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém. 2005.

PACCA, S.; PARENTE, V.; DUTRA, RM. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil**. 2012. Dissertação (Mestrado em energia). Instituto de Eletrotécnica e Energia – Universidade de São Paulo-USP. 2012.

ROMEIRO, Ademar.Ribeiro. **Economia ou economia política da sustentabilidade**. In. MAY, P.H. (Org.). *Economia do Meio Ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010

SANTOS, Francisco Carlos Barbosa dos. *Desenvolvimento e análise de um índice de sustentabilidade energética utilizando lógica fuzzy*. 2010. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Reatores). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85133/tde-04082011-103327/>>. Acesso em: 09 set. 2015.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicador de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas 2006.

VEIGA, José Eli da. Indicadores de Sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 39-52, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – **Water, Sanitation and Hygiene Links to Health**. November, 2004.



# VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA EM ALAGOA NOVA – PARAÍBA, BRASIL E SUAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Biancca Correia de Medeiros<sup>1</sup>, Raimundo Mainar de Medeiros<sup>2</sup>  
e Valneli da Silva Melo<sup>1</sup>

**RESUMO:** As variabilidades nas precipitações conjeturam visivelmente a dinâmica atmosférica da região ou da área em estudo, distinguida pelas intensas oscilações, onde se observa os meses de março a agosto como sendo os meses mais chuvosos, representando 75,24% da precipitação anual. Analisou-se a distribuição temporal e a tendência da precipitação pluvial para o município de Alagoa Nova - PB relacionado o estudo com regressão linear, medidas de tendência central e de dispersão dos índices pluviométricos mensais e anuais, usou-se análise de distribuição de probabilidade e teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), para verificar a aderência do teste. Com base nos resultados verificou-se que a mediana é a medida de tendência central mais provável de ocorrer. As variações temporais no comportamento dos índices pluviométricos estão sendo analisadas e prognosticadas por vários autores no Nordeste do Brasil (NEB), estudaremos estas oscilações entre o período de 1911 a 2013 para o município de Alagoa Nova – Paraíba. A tendência de maior variabilidade da precipitação centra-se entre os meses de março a agosto, que possui elevados índices de chuva para o município e os menores índices pluviométricos centra-se entre os meses de outubro a dezembro, os quais têm baixos índices pluviométricos. Conclui-se que a mediana é a medida de tendência central mais provável de ocorrer. Possibilidade de ocorrências de eventos extremos pluviométricos com chuvas de altas magnitudes e com curto intervalo de tempo.

**PALAVRAS- CHAVE:** Precipitação; Tendência; Área Urbana.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Meteorologia, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: biancca\_medeiros@hotmail.com; valnelismello@hotmail.com.

<sup>2</sup> Doutorando em meteorologia do Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil. mainarmedeiros@gmail.

## **HIGH RAINFALL VARIABILITY IN ALAGOA NOVA - PARAÍBA, BRASIL AND CLIMATE CHANGE**

**ABSTRACT:** The variability of rainfall visibly situation atmospheric dynamics of the region or the area under study, distinguished by intense fluctuations, where he observes the months from March to August as the rainiest months, representing 75.24% of the annual precipitation. Analyzed the temporal distribution and trend of rainfall for the city of Alagoa Nova - PB the study of linear regression, measures of central tendency and dispersion of the monthly and annual rainfall, used to probability distribution analysis and Kolmogorov-Smirnov (KS) test to verify the adhesion. Based on the results it was found that the median is the measure of central tendency most likely to occur. Temporal variations in the behavior of rainfall are being analyzed and prognosticadas by several authors in Northeastern Brazil (NEB) will study these fluctuations between the period 1911 to 2013 for the city of Alagoa Nova - Paraíba. The trend of increased rainfall variability focuses during the months from March to August, which has high rain rates for the municipality and the lowest rainfall is centered between the months October to December, which have low rainfall. It follows that the median is the measure of central tendency most likely to occur. Chance of precipitation extreme event occurrences with showers of high magnitude and short interval of time.

**KEYWORDS:** Precipitation;Tendency; Urban Area.

### **INTRODUÇÃO**

A distribuição da precipitação pluvial no nordeste brasileiro é bastante irregular no tempo e no espaço, além disso, as estações chuvosas ocorrem de forma diferenciada, em quantidade, duração e distribuição, a variabilidade climática de uma região exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, especialmente na produção agrícola. Sendo o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para a vida, este adquire relevância, visto que sua configuração pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de suas atividades nas diversas regiões do planeta. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, produzindo resultados na economia de acordo com Sleiman e Silva (2008).

A escassez hídrica é um dos principais problemas a ser enfrentado pela humanidade neste século. O uso sustentável da água não deve ser uma prioridade apenas do setor agrícola e das regiões onde já se observam a escassez de água, ele deve uma prioridade de todos os setores da economia e regiões em conformidade com Pedde et al. (2013). A distribuição da precipitação pluvial no nordeste brasileiro é bastante irregular no tempo e no espaço, além disso, as estações chuvosas ocorrem de forma diferenciada, em quantidade, duração e distribuição.

Segundo Menezes et al. (2015) as variabilidades dos índices pluviométricos entre o período de 1913 a 2010 para o município de Teresina. As variações nas precipitações refletem claramente a dinâmica atmosférica da região, marcada pela intensa variabilidade, onde se observa a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) com sua atuação entre os meses de janeiro a março, sendo esse período mais chuvoso. A análise do comportamento da precipitação nas cidades de grande e médio porte é de extrema importância para o gerenciamento dos recursos hídricos, uma vez que se trata de áreas densamente urbanizadas. Muitas vezes, sem uma estruturação urbana adequada, estas cidades se encaixam perfeitamente nesse contexto.

Para entender como se definem os extremos climáticos, onde e por que ocorrem, é necessário um olhar para o clima global do planeta Terra. Um extremo climático não ocorre isoladamente num lugar, tem conexões com outros lugares e normalmente faz parte de um padrão global. As consequências para a região são vastas, passando pelas questões de consumo humano e animal, consumo industrial, agricultura e impactos na geração de energia hidroelétrica. Embora não existam respostas definitivas sobre o que causa determinado padrão de clima global que leve a extremos, existem muitos resultados de pesquisas indicando que há uma conexão entre eles conforme Grimm e Silva Dias (1995). Um extremo climático pode levar também a um favorecimento de certo tipo de evento, como tempestades severas, por exemplo. Em anos de El Niño, quando o Sul do Brasil tende a ser chuvoso, também costumam se formar grandes aglomerados de tempestades severas que podem levar a efeitos desastrosos, como quedas de granizo, ventanias, tornados e inundações rápidas de acordo com os autores Silva Dias (1999; 2011); Silva Dias et al. (2009).

As constantes mudanças no clima estão provocando aumento nas ocorrências de eventos climáticos extremos no mundo inteiro. No Brasil, esses eventos ocorrem, principalmente, como enchentes (fortes chuvas) e secas prolongadas conforme Marengo et al. (2010). No Nordeste do Brasil (NEB) os impactos são ainda maiores devido à grande

variabilidade na ocorrência de precipitação dessa região. Os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de precipitação no NEB são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Linha de Instabilidade (LI), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Zona de Convergência Secundária do Atlântico Sul (ZCSAS) (Menezes, 2010), Brisas (Marítima e Terrestres) e as Perturbações Ondulatórias nos ventos Alísios (POAS) de conformidade com Molion e Bernardo (2002). O El Niño – Oscilação Sul (ENOS) é outro modo de variabilidade climática que influencia na ocorrência de precipitação do NEB.

Medeiros (2012) realizou uma análise climatológica da precipitação no município de Cabaceiras-PB no período de 1930-2011, como contribuição a Agroindústria e constatou que os índices pluviômetros são essenciais a sustentabilidade agroindustrial.

Costa et al. (2015) analisaram a distribuição temporal da série histórica e a tendência da precipitação pluvial para 25 municípios e 24 fazendas que compõem a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto, PI (BHRUP), realizaram neste estudo a regressão linear e medidas de tendência central e de dispersão dos índices pluviométricos mensais e anual. Com base nos resultados verificou-se que a mediana é a medida de tendência central com maior probabilidade de ocorrer. A estação chuvosa ocorre entre os meses outubro a abril com valor médio do período de 936,8 mm, correspondendo a 96% da precipitação anual. Os meses com os menores índices pluviométricos oscilaram entre maio a setembro, correspondem a 4% do total anual, mostrando-se ao longo do tempo, uma variabilidade temporal característica da região dos cerrados e cerrado.

Conforme Silva et al. (2015) a flutuação da precipitação pluviométrica no município de Alagoa Nova, em anos de ocorrência do El Niño. O total acumulado de precipitação mensal da série 1976-2010 foi calculado para definir a quadra chuvosa, que corresponde aos meses de março a agosto, observou-se equiparação e redução no volume de precipitação. As flutuações entre os anos estudados com El Niño em atividade foram de normal a muito seco. Os meses de junho de 1980 as chuvas foram reduzidas 67,3%. No ano de 1993 as chuvas ocorreram entre a normalidade. Nos meses de abril a agosto de 1998 sofreram reduções com variações de 32,9 a 81%, nos meses de maio e julho de 2010 ocorreram exceções na variabilidade da chuva.

Historicamente a região Nordeste sempre foi afetada por grandes secas ou grandes cheias. Relatos de secas na região podem ser encontrados desde o século XVII, quando os portugueses chegaram à região. Ocorrem com uma frequência de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos de conformidade com Marengo e Valverde (2007).

Objetiva-se a apresentar análise e distribuição temporal histórica e tendência futura da precipitação pluvial do município de Alagoa Nova utilizando uma série histórica de 102 anos de dados compreendida entre o período de 1911 a 2013. Esta análise é relevante, uma vez que a área estudada se caracteriza por possuir uma variabilidade das chuvas e uma diversidade nos padrões de ocupação do solo, onde os impactos das precipitações têm grande significado nas áreas urbanas e rurais, devido ao fato de estarem relacionados a plantio de sequeiro, erosão, inundações, enchentes, alagamentos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O município de Alagoa Nova está localizado na Microrregião Alagoa Nova e na Mesorregião Agreste Paraibano do Estado da Paraíba. Sua Área é de 122 km<sup>2</sup>, representando 0,2166% do Estado, 0,0079% da Região e 0,0014% de todo o território brasileiro. A sede do município localiza-se nas coordenadas geográficas latitude 7°4' Sul e na longitude de 35°47'Oeste e tem uma altitude média em relação ao nível do mar de 530 metros, distando 98,8123 Km da capital. (Figura 1).

Figura 1- Mapa da região de Lagoa Nova



Fonte: CPRM (2006). Escala: 1:100.000

## **ASPECTOS FISIAGRÁFICOS**

O município de Alagoa Nova está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é, geralmente, movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. No que diz respeito à fertilidade dos solos, é bastante variada, com certa predominância de média para alta.

A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. A vegetação desta unidade é formada por Florestas Subcaducifólicas e Caducifólicas, próprias das áreas agrestes. Nas superfícies suaves onduladas a onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas elevações, ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas.

Conforme a classificação climática de Köppen o clima é do tipo As Tropical Chuvoso, com verão seco. O período chuvoso se inicia em janeiro/fevereiro com chuvas de pré-estação e prolonga-se até o mês de setembro/outubro. Sendo seu quadrimestre mais chuvoso os meses de março, abril, maio e junho. O principal sistema causador de chuva na área municipal é a Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), e suas contribuições das formações dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, Formações de linhas de instabilidade, aglomerados convectivos e a contribuição dos ventos alísios de nordeste, fatores estes que transportam vapor e umidade e, conseqüentemente, aumenta a nebulosidade. Normalmente as chuvas têm intensidade moderada (de tempo regular e por volta de oito a dez horas de chuvas descontínuas diárias), seguidas de irregularidade devido às falhas dos sistemas meteorológicos atuantes. Salienta-se que a ocorrência de períodos de veranicos (ocorrências de vários dias consecutivos sem chuva durante o período chuvoso) no quadrimestre mais chuvoso (abril a julho) é possível e variante de ano para ano. Sua magnitude é variada dependendo da época e dos fatores meteorológicos. Tem-se registrado ocorrências com períodos de veranicos superiores a dezessete (17) dias mensais no intervalo de tempo ocorrido dentro do quadrimestre em conformidade Medeiros (2014).

O regime de precipitação que compreende o município de Alagoa Nova, localizado

na parte norte do Estado da Paraíba, insere-se na faixa das isoietas (linha que une o mesmo valor de precipitação) de 1100 a 1300 mm/ano. A temperatura máxima anual é de 26,5°C. A temperatura mínima anual é de 18,2°C, Alagoa Nova tem uma temperatura média anual de 22,3°C. A amplitude térmica anual é de 8,2°C. A umidade relativa do ar anual é de 87%. A insolação total flui na faixa de 2.557,6 horas e décimos, A cobertura de nuvem anual é de 0,94 décimos. A direção predominante do vento é de Este-Sudeste com sua intensidade média anual de 3 ms<sup>-1</sup>, a evapotranspiração potencial e a evaporação real anual são de 1.776,1 e 1.422,7 mm respectivamente, superando a precipitação média que é de 1.238,4 mm em conformidade com Medeiros (2014).

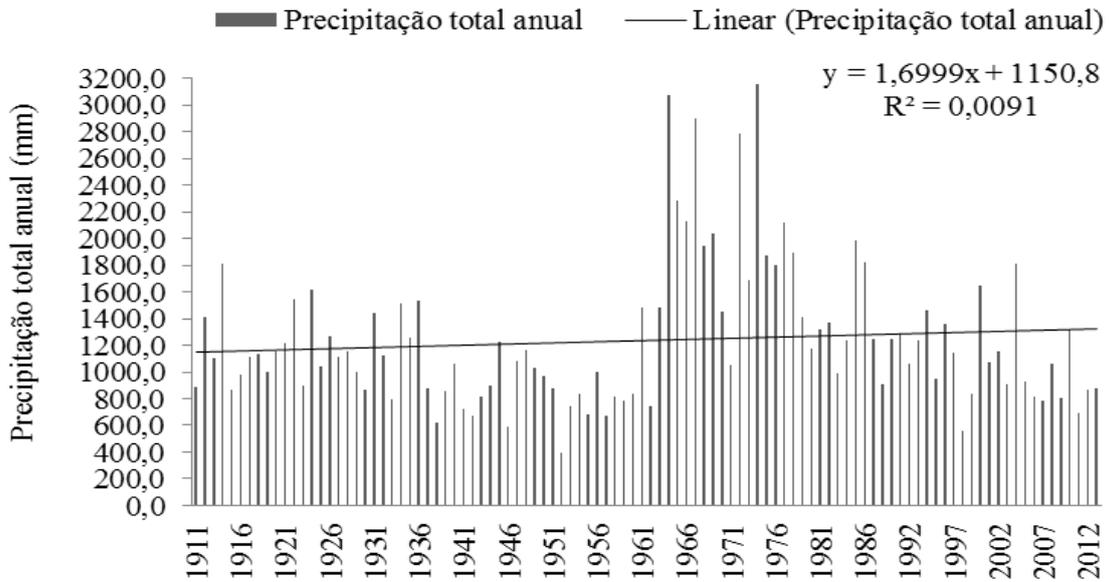
Para o desenvolvimento deste artigo utilizou-se de séries de dados mensais e anuais de precipitação referente ao período de 101 anos de dados observados (1911 - 2013), fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2014).

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

A figura 2 representa a distribuição temporal e análise de regressão linear da precipitação pluvial anual do período de 1911 a 2013 em Alagoa Nova – PB. No período compreendido entre 1911 a 1936 as variações nos índices pluviométricos foram temporalmente irregulares com maioria dos anos superando a precipitação histórica (1.238,4 mm). Observa-se que no período de 1937 a 1963 os totais pluviométricos fluíram abaixo dos 1.000 mm com exceção os anos de 1940, 1944, 1945 e 1960 que superaram o referido valor. A qual tem representação positiva no seu coeficiente angular e o seu nível de significância baixo. No período de 1964 a 1990 a superação da precipitação histórica foi bem visível com cota acima da precipitação histórica (1.238,4 mm), exceto para os anos de 1971, 1980, 1983, 1984 e de 1987 a 1990 que fluíram abaixo da precipitação histórica. Entre os anos 1991 a 2013 observam-se as maiores irregularidades registradas nos índices pluviométricos ocorrido na área em estudo com a maioria dos anos com precipitações abaixo da histórica, exceto os anos de 1994, 1996, 2006 e 2004 que ultrapassaram a média histórica.

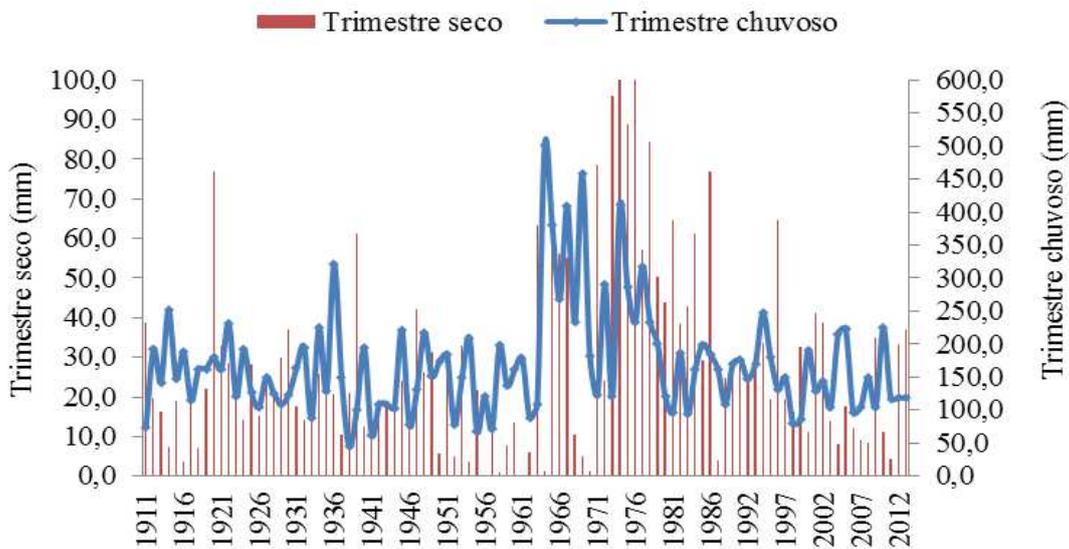
Estas variabilidades são decorrentes dos sistemas meteorológicos de grandes escalas atuantes nos referidos anos. Em Alagoa Nova não foram observadas tendências de longo prazo, apenas verifica-se variabilidade interdecenal, com décadas mais secas precedidas de décadas mais chuvosas e vice-versa.

Figura 2- Distribuição temporal e análise de regressão linear da precipitação pluvial anual do período de 1911 a 2013 em Alagoa Nova - PB



A variabilidade das oscilações pluviométricas nos trimestres secos corresponde aos meses de outubro, novembro e dezembro e o trimestre chuvoso correspondente aos meses de maio, junho e julho estão representados na figura 3. O trimestre seco os índices pluviométricos fluem entre 0 a 99,9 mm e no trimestre chuvoso a flutuação ocorrem na faixa de 0 a 600 mm, estas flutuações estão interligadas aos fenômenos de larga escala atuante e aos seus efeitos locais e regionais.

Figura 3- Distribuição temporal do trimestre seco e do trimestre chuvoso anual do período de 1911 a 2013 em Alagoa Nova - PB



Na série de precipitação estudada tem-se que o regime de chuvas é muito complexo sendo bastante diversificado sazonalmente apresentando grande variabilidade interanual e mensal, em conformidade com figura 4 quem tem a distribuição temporal da regressão linear das precipitações mensais de janeiro a dezembro no período de 1911 a 2013 para o município de Alagoa Nova - PB.

Na figura 4 tem-se o demonstrativo das distribuições temporais das chuvas no município de Alagoa Nova – PB, utilizando-se do método de regressões lineares. Destacam-se os meses de março e maio que apresentaram coeficiente angulares negativo e os demais meses seu coeficiente angular foram positivos com baixa significância.

Nos doze meses em estudo observou-se variabilidade interanual de grandes irregularidades as flutuabilidades mensais de maiores índices foram registradas nos anos de 1961 e 2004. Para o mês de fevereiro dos anos entre 1963 – 1967; 1974 e 2004 ocorreram os maiores índices pluviométricos.

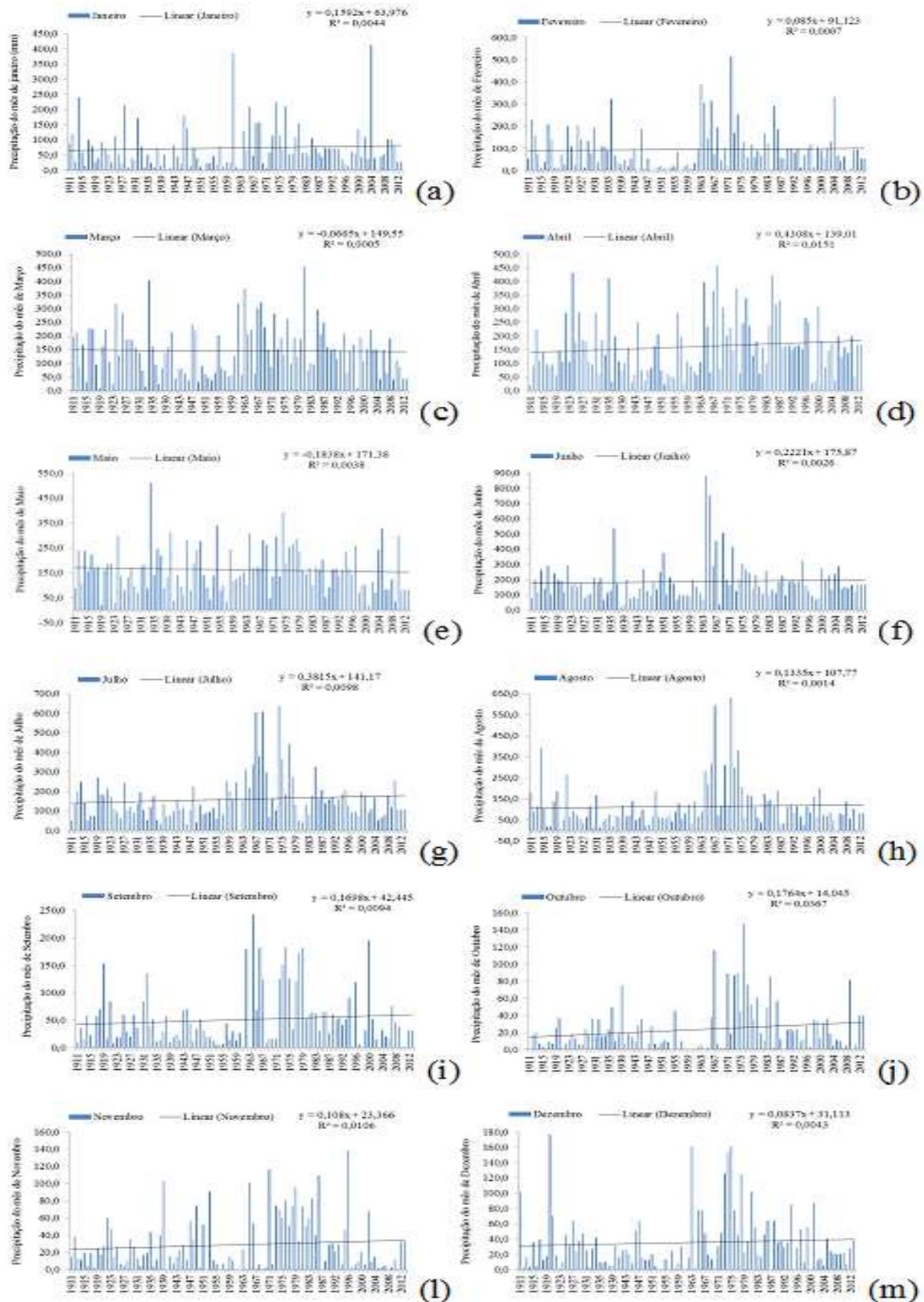
No mês de março do ano de 1935 na década 1970 e 1980 registraram-se as maiores variabilidades pluviométrica. No mês de abril para o período de 1924 a 1927 e de 1963 a 1996 as flutuações pluviométricas foram alternadas. Em maio as maiores flutuabilidade ocorrem nos anos de 1935, 1972-1977.

Nos meses de junho registraram-se as maiores oscilações pluviométricas nos anos de 1936, 1964-1971 e em anos alternados para a série em estudo. A maior concentração de índices pluviométricos com altas magnitudes ocorreu entre os anos de 1964-1979 exceto os anos de 1971-1973 para o mês de julho. Em agosto ocorreram as maiores irregularidades e em setembro as chuvas concentraram-se com intensidades moderadas entre os anos de 1962-2002.

Os meses de outubro e novembro as maiores intensidades registradas ocorreram entre os anos de 1971-1986. Dezembro registrou as grandes flutuabilidades nos índices pluviométricos.

Estas flutuabilidades estão correlacionadas aos efeitos locais, regionais e os transitentes de largas escalas atuante do período estudado.

Figura 4- Distribuição temporal da regressão linear das precipitações mensais de janeiro a dezembro no período de 1911 a 2013 para o município de Alagoa Nova – PB: (a) Janeiro, (b) Fevereiro, (c) Março, (d) Abril, (e) Maio, (f) Junho, (g) Julho, (h) Agosto, (i) Setembro, (j) Outubro, (l) Novembro, (m) Dezembro



## Tendência futura anual e mensal

Na Tabela 1 observa-se que os melhores coeficientes de determinação da regressão ( $R^2=0,0367$  e  $0,0151$ ) para os meses de outubro e abril, os piores coeficientes de determinação da regressão foram para os meses de março e fevereiro respectivamente ( $R^2=0,0005$  e  $0,0007$ ). Significando que quando o valor é maior, indica o grau de aproximação do modelo às médias, já quando o valor é menor indica o grau de distanciamento do modelo às médias.

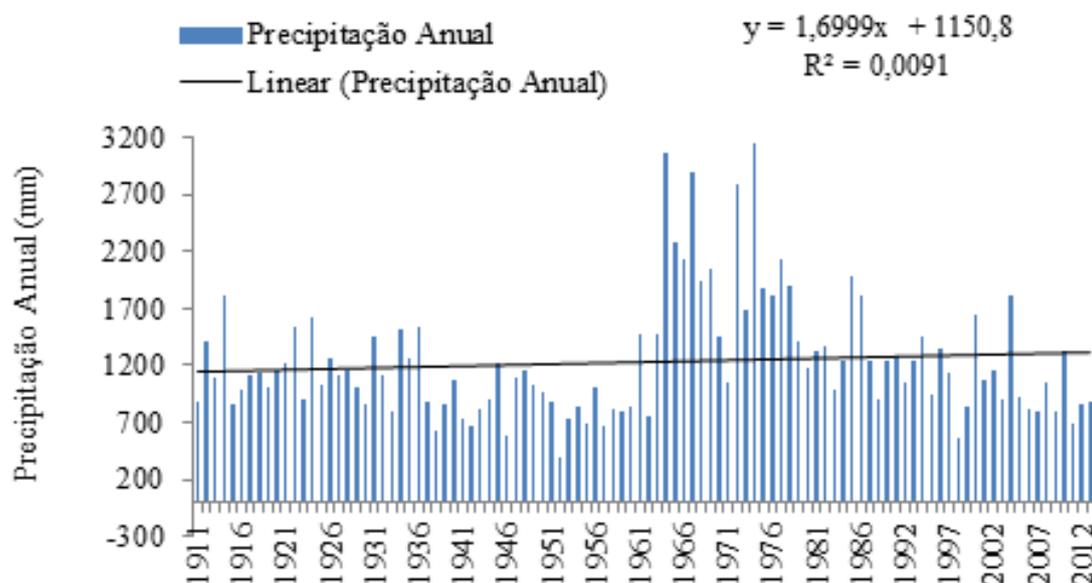
Tabela 1- Equação linear, coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ), média histórica mensal da precipitação do período de 1911 a 2013 em Alagoa Nova - PB

Mês	Equação linear	$R^2$	Média
Janeiro	$0,1592x + 63,976$	0,0044	71,7
Fevereiro	$0,085x + 91,123$	0,0007	95,5
Março	$-0,0665x + 149,55$	0,0005	146,1
Abril	$0,4308x + 139,01$	0,0151	161,2
Mai	$-0,1838x + 171,38$	0,0038	161,9
Mês	Equação linear	$R^2$	Média
Junho	$0,2221x + 175,87$	0,0026	187,3
Julho	$0,3815x + 141,17$	0,0098	160,8
Agosto	$0,1335x + 107,77$	0,0014	114,6
Setembro	$0,1698x + 42,445$	0,0094	51,2
Outubro	$0,1764x + 14,045$	0,0367	23,1
Novem- bro	$0,108x + 23,366$	0,0106	28,9
Dezem- bro	$0,0837x + 31,113$	0,0043	35,4

A figura 5 tem-se a representação do histograma da pluviométrica histórica e tendência polinomial para o período de 1911 a 2013 em Alagoa Nova – PB. Na tendência polinomial tem-se o coeficiente angular negativo e  $R^2$  com significância regular demonstrando que as informações pluviométricas anuais devem ocorrer entre a normalidade. No período compreendido entre 1911 a 1936 as variações nos índices pluviométricos foram temporalmente irregulares com maioria dos anos superando a

precipitação histórica (1.238,4 mm). Observa-se que no período de 1937 a 1963 os totais pluviométricos fluíram abaixo dos 1.000 mm com exceção os anos de 1940, 1944, 1945 e 1960 que superaram o referido valor. No período de 1964 a 1990 a superação da precipitação histórica foi bem visível com cota acima da precipitação histórica (1.238,4 mm), exceto para os anos de 1971, 1980, 1983, 1984 e de 1987 a 1990 que fluíram abaixo da precipitação histórica. Entre os anos 1991 a 2013 observam-se as maiores irregularidades registradas nos índices pluviométricos ocorrido na área em estudo com a maioria dos anos com precipitações abaixo da histórica, exceto os anos de 1994, 1996, 2006 e 2004 que ultrapassaram a média histórica.

Figura 5- Histograma da média pluviométrica histórica e tendência linear para o período de 1911 a 2013 em Alagoa Nova – PB



### Análise estatística

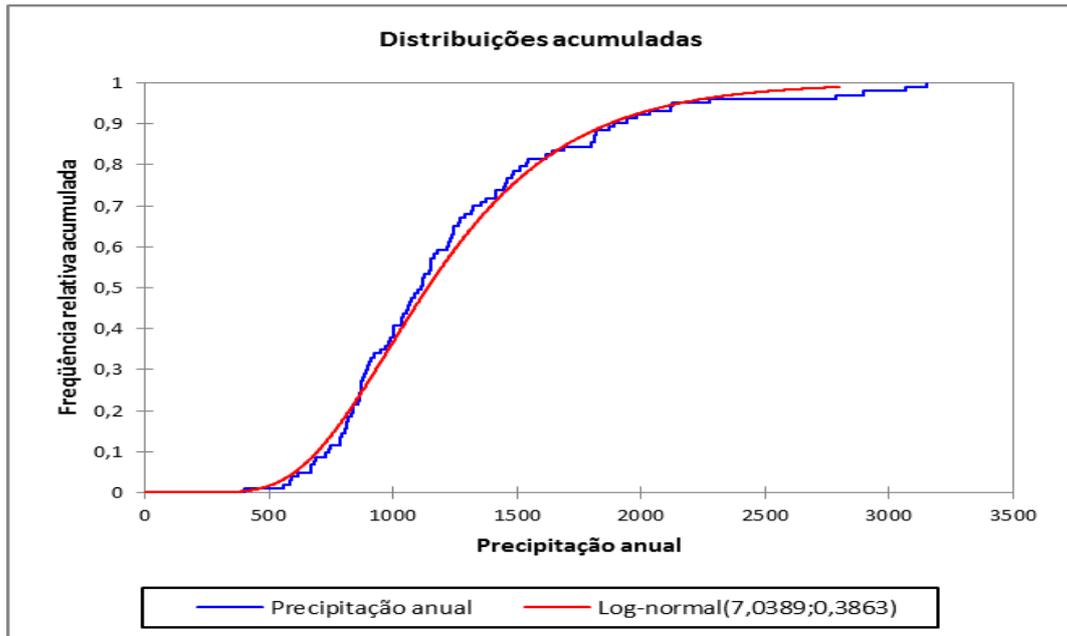
Métodos de máxima verossimilhança foram utilizados para estimar os parâmetros das distribuições, conforme demonstrado na tabela 2. O teste Kolmogorov-Smirnov (KS) foi usado para comparar os ajustes e selecionar as melhores distribuições teóricas.

Tabela 2- Distribuição de probabilidade e p-valor da precipitação anual de Alagoa Nova no período de 1911-2013

Distribuição	p-valor
Beta4	0,0304
Qui-quadrado	< 0,0001
Exponencial	< 0,0001
Gama (1)	< 0,0001
Gama (2)	0,3851
GEV	0,3792
Gumbel	< 0,0001
<i>Log-normal</i>	0,8269
Logística	0,3535
Normal	0,0279
Student	< 0,0001
Weibull (1)	< 0,0001
Weibull (2)	0,0972
Weibull (3)	0,2658

Analisando-se os resultados obtidos, concluiu-se que a distribuição Log-normal foi a que melhor se ajustou aos dados, fornecendo estimativas de precipitações anuais prováveis mais confiáveis para o município de Alagoa Nova. Baseado nestes resultados a precipitação pluvial anual tem-se o Figura 6.

Figura 6- Distribuição de probabilidade acumulada log-normal para a precipitação anual no período de 1911 a 2013 em Alagoa Nova – PB



Na Tabela 3 verifica-se que os valores da média e da mediana foram desconexos, mostrando que houve a presença de valores extremos discordantes na amostra. O maior índice de chuva máxima ocorre no mês de junho com 885 mm, já as mínimas absolutas registraram-se nos meses de março a junho com flutuações entre 8 e 20 mm.

Na coluna do desvio padrão observam-se os menores desvios nos meses de outubro a dezembro fluando entre 27,2 a 37,7 mm, sendo o mês de junho o de maior desvio (129,8 mm) mostrando a dispersão contundente dos dados. As variabilidades mensais na média indicam que esta medida de tendência central pode não ser o valor mais provável de ocorrer nesse tipo de distribuição.

É notável ainda, que as médias mensais superam os valores medianos. Visto assim, os modelos de distribuição de chuvas mensais são assimétricos, com coeficiente de assimetria positivo. Com isto, a mediana tem maior probabilidade de ocorrência do que a média, conforme resultados encontrados por Almeida e Pereira (2007).

Tabela 3- Medidas de tendência central e de dispersão conforme análise estatística dos dados históricos de 1911 a 2013 para o município de Alagoa Nova - PB

Meses	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Mediana (mm)	Coef. Variância (%)	Máximo (mm)	Mínimo (mm)
Janeiro	71,7	70,9	65,9	0,989	411,6	0,0
Fevereiro	95,5	93,5	143,4	0,979	515,4	0,0
Março	146,1	91,1	221,6	0,623	454,8	8,0
Abril	161,2	103,7	234,1	0,643	459,0	20,0
Mai	161,9	88,7	167,2	0,548	511,3	16,1
Junho	187,3	129,8	754,9	0,693	885,0	16,0
Julho	160,8	114,3	217,5	0,711	639,0	0,0
Agosto	114,6	105,0	222,7	0,916	632,0	0,0
Setembro	51,2	51,7	69,4	1,010	241,6	0,0
Outubro	23,1	27,2	22,5	1,178	146,9	0,0
Novembro	28,9	31,0	101,5	1,073	138,2	0,0
Dezembro	35,4	37,7	78,4	1,064	176,9	0,0

Média = média histórica; Desvio Padrão = Desvio Padrão em relação à média; Coef. Variância= Coeficiente de Variância; Máximo = Máximo absoluto; Mínimo = mínimo absoluto.

## CONCLUSÃO

Conforme a análise de regressão linear da série histórica de precipitação do período de 1911 a 2013, a tendência de maior variabilidade da precipitação centra-se entre os meses de março a agosto, que possui elevados índices de chuva para o município e os menores índices pluviométricos centra-se entre os meses de outubro a dezembro, os quais têm baixos índices pluviométricos;

Conclui-se que a mediana é a medida de tendência central mais provável de ocorrer; a estação chuvosa dura seis meses (março a agosto) com valor médio do período de 931,8 mm, correspondendo a 75,24% da precipitação anual. Em 102 anos de precipitação observada sua média histórica é de 1.238,4 mm. O período seco corresponde aos meses de setembro a fevereiro com 24,69% da precipitação esperada anual, havendo grandes possibilidades de ocorrências de eventos extremos pluviométricos com chuvas de altas magnitudes e em curto intervalo de tempo.

Nas análises de regressões lineares não se verifica ajustes nos dados estudados. Porém os dados mostram ajustes adequados para as funções de distribuições de probabilidade log-normal certificados pelo teste KS.

## REFERÊNCIAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **João Pessoa, 2011**. Disponível em: <<http://geo.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

COSTA, M. N. M.; MEDEIROS, R. M.; GOMES FILHO, M. F. DIAGNÓSTICO E TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUÇUÍ PRETO – PIAUÍ, BRASIL. IN: VII WORKSHOP DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO IV WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E BIODIVERSIDADE. 2015. RECIFE-PE. ANAIS... RECIFE.

GRIMM, A. M.; SILVA DIAS, P. L. Analysis of Tropical-Extratropical Interactions with Influence Functions of a Barotropic Model. **J. Atmos. Sci.**, v. 52, p. 538-555, 1995.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm. 1928.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. **Revista Multiciência**, v. 8, 2007.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; ZEE, D.; PINTO, H. S. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Disponível em: <[http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS\\_MudancasClimaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf)>. Acesso em: out. 2010.

MEDEIROS, R. M. **Estudo agrometeorológico para o Estado da Paraíba**. Fev. 2014. p.138.

MEDEIROS, R. M.; BORGES, C. K.; VIEIRA, L. J. S. Análise climatológica da precipitação no município de Cabaceiras - PB, no período de 1930-2011 como contribuição a

Agroindústria. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA - V JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 2012.

MENEZES, H. E. A.; MEDEIROS, R. M.; NETO, F. A. C.; MENEZES, H. E. A. Diagnóstico da variabilidade dos índices pluviométricos em Teresina – PI, Brasil. In: 7º WORKSHOP DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO E 4º WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E BIODIVERSIDADE. 2015. Recife-PE. **Anais... Recife.**

MENEZES, H. E. A. Influência da Zona de Convergência Secundária do Atlântico Sul sobre a ocorrência de precipitação no leste do Nordeste brasileiro. 2010. Tese (Doutorado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2010.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, p. 1-10, 2002.

PEDDE, S. C.; KROEZE, R. L. N. Escassez hídrica na América do sul: situação atual e perspectivas futuras. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. 2013.

SLEIMAN, J.; SILVA, M. E. S. A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPGEO/SP, 2008. Rio Claro. **Anais...** Rio Claro.

SILVA DIAS, M. A. F. **Storms in Brazil**. PIELKE, R. JR. (Ed.). Storms – Hazard and Disasters Series. Londres, Routledge, 1999, p. 207-19.

SILVA DIAS, M. A. F. An Increase in the Number of Tornado Reports in Brazil. **Weather, Climate and Society**, v. 3, p. 209-17, 2011.

SILVA, V. P. R.; MEDEIROS, R. M.; GOMES FILHO, M. F. Flutuação da precipitação em Alagoa Nova, Paraíba, em anos de El Niño. In: II WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2015. FIEP.

SILVA DIAS, M. A. F.; ROZANTE, J. R.; MACHADO, L. A. T. **Complexos Convec-  
tivos de Mesoescala na América do Sul.** CAVALCANTI, I. et al. (Eds.). Tempo e Clima  
no Brasil. V. 1. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 181-94.

# VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA EM COMUNIDADES RURAIS NO MUNICÍPIO DE CABACEIRAS-PB

Maria da Conceição Marcelino Patrício<sup>1</sup> e Sérgio Murilo Santos de Araújo<sup>2</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou avaliar e analisar as vulnerabilidades social e econômica de comunidades que estão inseridas na zona rural no município de Cabaceiras. Para a realização dessa pesquisa foram aplicados questionários e os resultados obtidos indicaram moderado e alto nível de vulnerabilidades social e econômica, 29,2% e 76,8% respectivamente. O moderado fator social pode ser explicado pelo fato da maioria das famílias possuí casas de alvenaria em bom estado, água potável e eletros domésticos. O baixo nível de escolaridade, ausência de políticas de apoio para o pequeno agricultor, dificuldades para comercializar os seus produtos e o difícil acesso ao crédito rural para atender as necessidades básicas das famílias entrevistadas, tem sido fatores que contribuíram para a alta vulnerabilidade econômica.

**PALAVRAS-CHAVES:** Comunidades rurais; Fragilidade Econômica; Insustentabilidade.

---

1 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

2 Prof. Dr. Do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais - UFCG

## **SOCIOECONOMIC VULNERABILITY IN RURAL COMMUNITIES IN THE MUNICIPALITY OF CABACEIRAS-PB**

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate and analyze the social and economic vulnerabilities of communities that are inserted in the countryside in the municipality of Cabaceiras. To carry out this research were questionnaires and the results indicated moderate to high level of social and economic vulnerabilities, 29,2% and 76,8% respectively. Moderate social factor can be explained by the fact that most families owned brick houses in good condition, clean water and household electros. The low level of education, lack of supportive policies for small farmers, difficulties in marketing their products and difficult access to rural credit to meet the basic needs of the families interviewed, have been contributing factors to the high economic vulnerability.

**KEYWORDS:** Rural communities; Fragility Economic; Unsustainability.

### **INTRODUÇÃO**

A vulnerabilidade de um sistema ou grupo social é determinada pelo seu atual estado ou condição (capacidade) em relação a um evento perigoso (alterações climáticas), a qual, é medida entre outros, por fatores socioeconômico, demográfico e institucionais. Portanto, a vulnerabilidade social é fundamental para entender o grau de impacto de um desastre climático em um sistema ou população (DUMENU; OBENG, 2015).

Vulnerabilidade pode ser entendida como sendo a exposição de indivíduos a um determinado estresse, resultante de mudanças ambientais e socioeconômicas. Portanto, esse termo é comumente empregado para designar os riscos das pessoas perante essas mudanças que são resultados de complexas interações, envolvendo processos físicos e sociais (CONFALONIERI et. al., 2009).

Quando os indivíduos são confrontados com perigos naturais ou de natureza humana, são, portanto, vulneráveis. Para o entendimento da vulnerabilidade é preciso primeiramente compreender o que são riscos e desastres. Desastre é qualquer perda de vidas humanas, bens materiais e ambientais causado por um evento perigoso de origem natural ou humana. Os riscos a desastres correspondem ao potencial de perdas (destruição ou perda esperada). Em suma, risco é a probabilidade de um evento ou fenômeno ameaçador que seja natural ou antrópico atue sobre um sistema social, econômico e ambiental com

certo nível de vulnerabilidade, resultando num desastre (WALTERS; GAILLARD, 2014).

Na Paraíba estudos realizados nos municípios de Cabaceiras, Boa Vista, Boqueirão e Picuí apresentaram altos níveis de vulnerabilidade socioeconômica. Portanto, em meio a essa problemática onde a sociedade vive constantemente vulnerável, tanto economicamente como socialmente, torna-se indispensável a intervenção de políticas públicas que possam atuar no desenvolvimento socioeconômico dessas famílias, a começar por uma educação de qualidade. Diante do exposto, o principal objetivo desse trabalho é avaliar e analisar os diferentes níveis de vulnerabilidade socioeconômica das famílias inseridas no município de Cabaceiras.

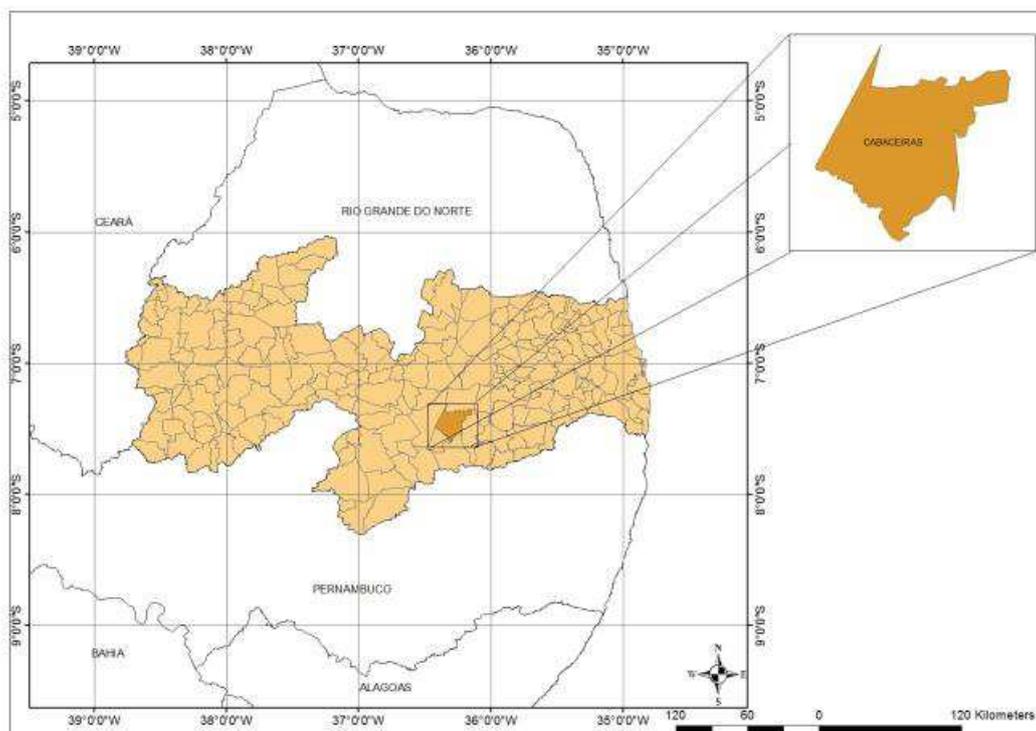
### **Caracterização da área**

O Município de Cabaceiras, com uma área de 405,40 km<sup>2</sup> está inserido na microrregião Cariris Velhos e mesorregião da Borborema (Fig.1), Estado da Paraíba, é delimitado pelas coordenadas geográficas: 7°21'32,68" e 7°36'04,86" de Latitude Sul e 36°11'36,54" e 36°26'17,48" de Longitude Oeste, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2014).

De acordo com a classificação climática de Köppen o clima da região em análise é considerado do tipo Bsh. O clima é quente e seco com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos e estação seca prolongada, caracterizando-se por apresentar temperaturas médias anuais em torno de 24,5 °C e uma média pluviométrica de 400 mm/ano (SOUSA et al, 2007). No que concerne a hidrografia, a área é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo (CPRM, 2005).

Com relação aos solos, no município de Cabaceiras são encontrados basicamente o LUVISSOLO CRÔMICO vértico, o VERTISSOLO, os NEOSSOLOS FLÚVICO EUTRÓFICOS Ta, os NEOSSOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS e AFLORAMENTOS DE ROCHA, onde recebem a seguinte classificação conforme EMBRAPA (2006) e a reclassificação dos perfis realizado por Campos e Queiroz (2006). A vegetação é formada por Florestas Subcaducifólicas e Caducifólicas, nativas das áreas semiáridas com predominância da caatinga (CPRM, 2005). A população do município de Cabaceiras- PB é de 5.035 habitantes, sendo 2.217 na zona urbana e 2.818 na zona rural. Com densidade demográfica 11,12 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Figura 1- Localização do município de Cabaceiras



### Aspecto econômico

A pecuária foi a base da colonização do semiárido paraibano, com todas suas limitações continua sendo uma atividade de destaque na economia da região. Cabaceiras é caracterizada pela pecuária extensiva, possui um dos maiores rebanhos de caprinos e ovinos do Estado da Paraíba, conta também com a produção de artesanato a partir do couro de peles de caprinos que são confeccionados sandálias, bolsas, cintos, coletes, arreios, chaveiros, chapéus e tantos outros (COSTA; FERREIRA, 2010).

A agricultura desenvolvida na área é de autoconsumo e irregular devido a instabilidade de chuvas nessa região. A produção agrícola é explorada em condição de sequeiro. As lavouras temporárias que merecem destaques são: batata-doce, feijão e milho e as permanentes bananas, côco da baía, goiaba, laranja, manga e sisal (IBGE, 2010).

O município de Cabaceiras possui belas e ricas reservas arqueológicas, como o Lago de Pai Mateus com formação rochosa única no mundo. Por esses atributos o município tem atraídos muitos turistas e cineastas, contribuindo para o crescimento da economia (COSTA; FERREIRA, 2010).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia aplicada para o diagnóstico socioeconômico é advinda de Rocha (1997) para o Rio Grande do Sul e adaptada por Araújo (2010), Silva (2002), Moraes Neto (2003), Sousa (2007) para o semiárido paraibano. O estudo consistiu em um levantamento das famílias rurais a partir do qual se definiu suas vulnerabilidades. Esta metodologia responde sobre o resultado levantado dos fatores vulnerabilidade social e econômica da população rural de Cabaceiras e das respectivas variáveis: Fator vulnerabilidade social: demográfica, habitação, consumo de alimentos, participação em organizações associativas e salubridade rural; Fator vulnerabilidade econômica: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, comercialização, crédito e rendimento.

O cálculo da vulnerabilidade se dá a partir do levantamento de uma série de fatores sociais, econômicos, ambientais, tecnológicos e climáticos. Mas neste trabalho foram utilizados apenas os fatores social e econômico. Esses levantamentos foram feitos junto a população rural, através da aplicação de questionário às famílias, partindo-se do princípio que a principal atividade do campo é a agricultura familiar. Os questionários foram aplicados por amostragem (10% do total das famílias residentes na zona rural), considerando cinco pessoas para cada família. Sendo assim, foram aplicados 54 (cinquenta e quatro) questionários às famílias rurais de Cabaceiras, no entanto por motivos particulares algumas famílias não responderam às questões. Portanto, 48 (quarenta e oito) questionários foram aproveitados. Na determinação das vulnerabilidades foi utilizada a classificação sugerida por Barbosa (1997), Tabela 1, dividida em quatro classes, as quais variam de zero (vulnerabilidade nula) a 100% (vulnerabilidade máxima).

Tabela 1 - Classes de vulnerabilidade

Baixa	Moderada	Alta	Muito alta
0-15%	16-30%	31-45%	> 45%

Fonte: Barbosa (1997)

A classe baixa corresponde ao nível de vulnerabilidade desejável, onde as famílias

possuem uma maior capacidade de suporte e superação diante das dificuldades. A classe moderada é um estado intermediário entre as classes baixa e alta, onde as famílias apesar de serem negativamente afetadas pelos efeitos climáticos, teriam uma capacidade de suportar os prejuízos, enquadrados na classe alta. Quanto às classes alta e muito alta caracterizam o estado de vulnerabilidade mais indesejáveis, onde as famílias possuem a menor capacidade de suporte e superação. O Valor Significativo Encontrado  $y$  foi determinado, somando-se o valor da Moda, encontrado em cada item das variáveis. O Valor Mínimo  $x$  foi determinado, somando-se o valor encontrado (codificação significativa de maior frequência) de cada item que compõe a variável do Fator de Vulnerabilidade. O parâmetro de determinação dos fatores de vulnerabilidade foi calculado utilizando a equação do tipo:  $V = ax + b$ , no qual  $V$  a vulnerabilidade variando de zero (nula) até 100 (máxima):  $a$  e  $b$  são constantes para cada fator e  $x$  é o valor significativo encontrado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo das vulnerabilidades constituiu-se no levantamento prévio da situação da população residente na zona rural de Cabaceiras-PB, no que diz respeito aos aspectos de ordem social e econômica. As vulnerabilidades apresentadas nesse estudo, mesmo em escala pequena, permite vislumbrar as condições socioeconômicas da população da zona rural. A atual situação de abandono em que se encontram algumas famílias caracteriza uma alta fragilidade econômica, constatada pela dependência das políticas de erradicação de pobreza, tais como: bolsa família, bolsa estiagem e entre outros programas sociais. Os resultados encontrados significam que as famílias em sua maioria possuem um índice de vulnerabilidade bastante elevado.

A pobreza extrema da população com longos períodos de estiagem tem diminuído ainda mais a produtividade dos pequenos agricultores do município. A insustentabilidade da atividade humana com práticas inadequadas de manejo de solo e queimadas converte a vegetação remanescente em culturas de ciclo curto. O corte de madeira para lenha e a criação de caprinos e bovinos têm contribuído para a degradação ambiental e a perpetuação da vulnerabilidade socioeconômica.

A pobreza pode ser considerada um fenômeno social, no seu conceito é agregado o sofrimento de uma sociedade desprovida de recursos financeiros que impedem sua dignidade. Em geral, as definições de pobreza utilizadas em estudos tanto nacionais como

internacionais se baseiam na capacidade que um indivíduo tem em adquirir bens e serviços e desse cálculo tem-se a linha de pobreza. O Banco Mundial define a linha de pobreza para quem ganha menos de U\$ 1,00/dia. No Brasil, normalmente, tem como base, meio salário mínimo de renda per capita como medida de pobreza (LOUREIRO; SULIANO, 2009).

O município de Cabaceiras possui um elevado percentual de pessoas vulneráveis a pobreza. De acordo com os dados do Atlas de Desenvolvimento Humano entre os anos de 1991 e 2010 o município teve reduções significativas nos percentuais das vulnerabilidades. O percentual de pessoas pobres em 1991 era de 72,43% e passou para 34,32% em 2010. Na Tabela 2, é percebido que os percentuais mesmo com reduções significativas ainda continuam elevados.

Tabela 2- Percentual de pessoas pobres e vulneráveis no município de Cabaceiras

Ano	peçoas pobres	peçoas vulneráveis a pobreza	peçoas extremamente pobres
1991	72,43 %	88 %	48,39 %
2000	56,32 %	79,37 %	23,00 %
2010	34,32 %	59,72 %	15,73 %

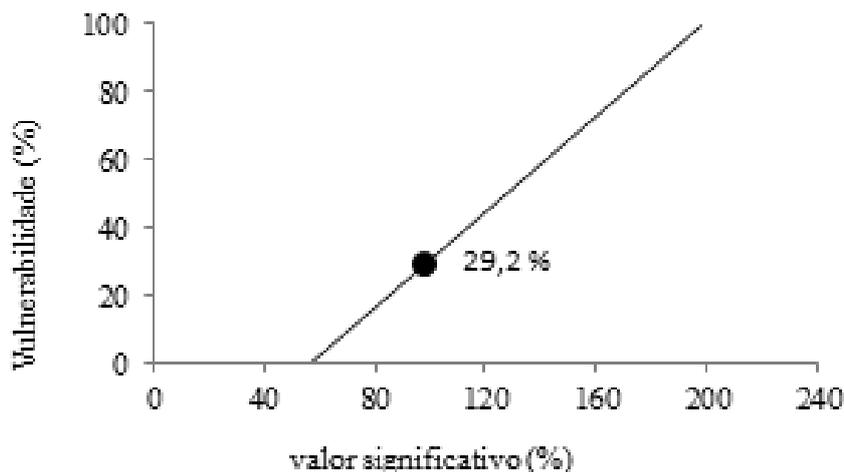
Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano (2013)

Diante do pressuposto, com educação básica de qualidade e serviços de saúde melhores aumentam as chances do indivíduo auferir renda e de certa forma livrar-se da pobreza medida pela mesma. A pobreza deve ser entendida como a privação da vida. Para entender esse fenômeno exige um maior aprofundamento da temática e não é objetivo deste trabalho.

### **Vulnerabilidade social**

A análise da vulnerabilidade social realizada através do trabalho em campo com a aplicação de questionários permitiu diagnosticar o quadro socioeconômico da população rural do município em estudo (Gráfico 1). O valor encontrado se enquadra na classe de vulnerabilidade moderada (16% - 30%).

Gráfico 1- Vulnerabilidade social

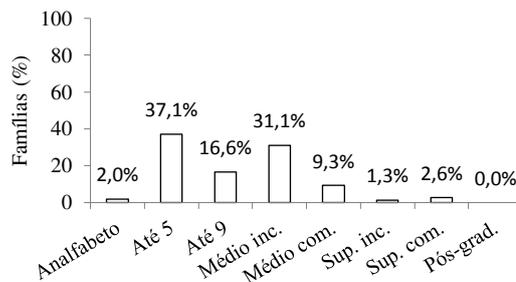
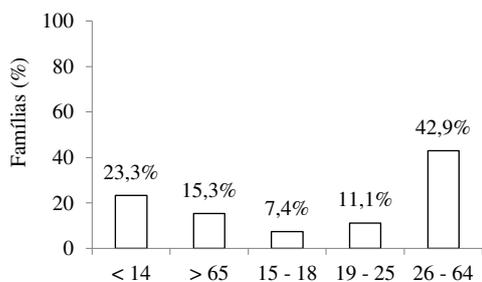


Este resultado remete as condições que são imposta a população rural. Informações adicionais são necessária para melhor entendimento da Moderada Vulnerabilidade Social a qual é acometida a população tais como: faixa etária escolaridade, tipo de habitação, fogão, água consumida, esgoto, eliminação do lixo, salubridade rural e eletrodoméstico.

No Gráfico 2, observa-se as faixas etárias a qual pertencem aos moradores da zona rural, cujo maior percentual de 42% encontra-se com idades entre 26 a 64 (faixa mais produtiva) e menores valores com percentual de 7,4% para a faixa etária de 15 a 18 anos (adolescentes). Outro ponto importante em relação à idade da população rural é o percentual de idosos, que chega atingir 15,3%, os quais asseguram as famílias com suas aposentadorias. A escolaridade da comunidade é bem diversificada (Gráfico 3) com 2% de analfabetos; 37% até o 5<sup>o</sup> ano; 16,6% até 9<sup>o</sup> ano; 31,1% ensino médio incompleto; 9,3% ensino médio completo; 1,3 % superior incompleto e 2,6% superior completo. Tal resultado mostra um grau de escolaridade muito baixo para os habitantes da zona rural, revelando que apenas 9,3% dos entrevistados possuem o ensino médio completo. Evidencia-se assim um problema social grave, pois a população não possui conhecimento e nem informação necessária para tomadas de decisão e gerenciamento local.

Gráfico2- Faixa etária

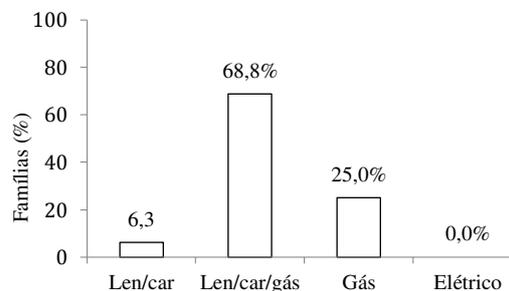
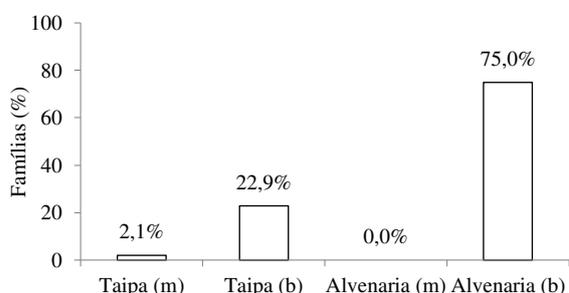
Gráfico 3- Escolaridade



O tipo de habitação (Gráfico 4) predominante é de casas de alvenaria em bom estado 75%. Tais valores indicam que a comunidade possui habitações consideradas no padrão em sua maioria, evidenciando boa habitação para uma população rural. Dentre as famílias pesquisadas 68,8% utilizam lenha, carvão e gás para cozinhar; 25% usam gás; e apenas 6,3% usam lenha e carvão (Gráfico 5).

Gráfico 4- Tipo de habitação

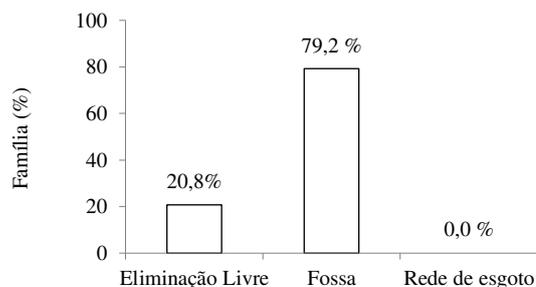
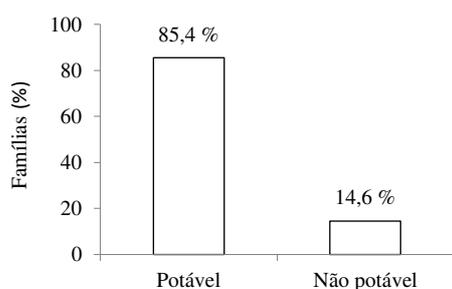
Gráfico 5- Fogão



Segundo os entrevistados, 85,4% da água consumida é potável e 14,6% não potável o que demonstra uma preocupação, colocando em risco a saúde (Gráfico 6). Quanto ao esgoto (Gráfico 7), as condições são mais preocupantes, 79,2% utilizam fossa e 20,8% fazem eliminação livre, que podem causar sérios danos ao meio.

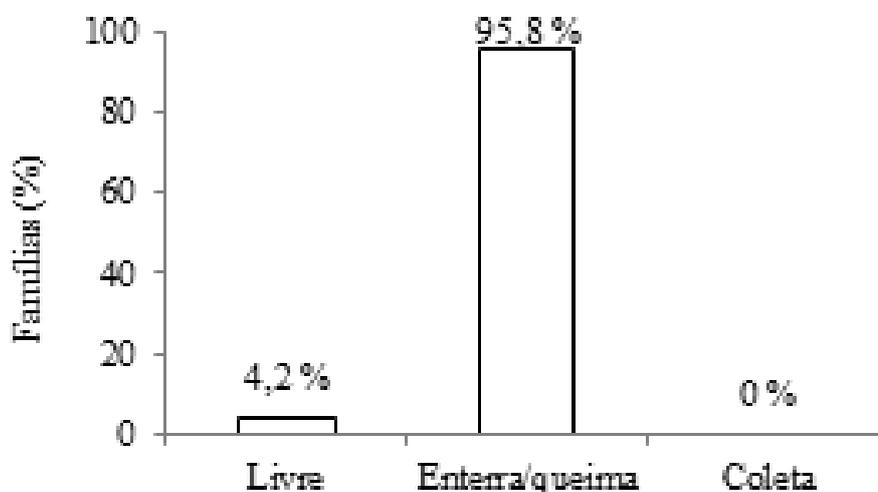
Gráfico 6- Água consumida

Gráfico 7- Esgoto



De forma similar, no Gráfico 8, observa-se a eliminação do lixo gerado pela comunidade rural, no qual 95,8% é enterrado e/ou queimado; 4,2% tem a eliminação livre. Daí a necessidade de conscientizar a população frente aos riscos a que estão expostos, em função da forma de esgotamento e eliminação do lixo, pois além de causar sérios danos à saúde, de uma forma geral, causa impactos permanentes ao meio ambiente.

Gráfico 8- Forma de eliminação do lixo



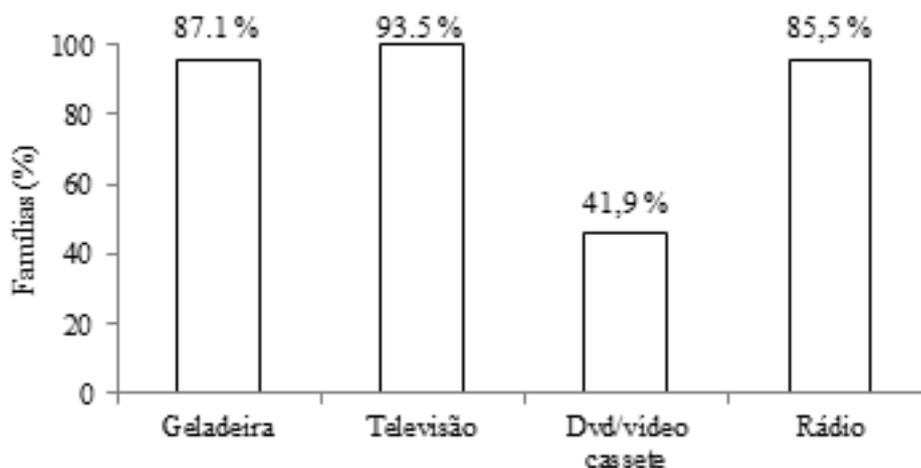
Diretamente ligada ao sistema de esgoto sanitário e a eliminação do lixo está a salubridade rural (Tabela 2), no qual, pode-se observar a infestação por nematóides, cupins, formigas, vermes, doenças em animais (principais doenças: diarreia, verminoses, calazar) e mosca do chifre que varia de inexistente a alta. Enquanto que as doenças nas pessoas (principais doenças: pressão alta, doença no coração, gripe, verminose, anemia, dengue, sinusite) variam de inexistente a baixa. Os piolhos e fungos a maioria inexistente. Não foi verificado surto de febre aftosa e o combate às pragas domésticas sempre é realizado pela maioria das famílias, cujas principais pragas são: ratos, baratas, aranhas, moscas, formigas e pernilongos.

Tabela 2 - Salubridade rural da população de Cabaceiras

Salubridade rural	Geral			
	Inexistente	Baixa	Média	Alta
Nematóides	18	20	0	0
Cupins	10	18	9	6
Formigas	3	20	14	8
Doenças vegetais	10	25	6	0
Vermes / carrapatos	13	19	7	4
Mosca do chifre	15	14	3	11
Doenças nos animais	11	25	4	0
Doenças nas pessoas	38	5	0	0
Piolho / fungos	41	1	0	0
	<b>Sim</b>		<b>Não</b>	
Pragas domésticas	29		8	
Febre aftosa	0		48	

Outro ponto importante em relação ao Moderado aspecto social da população é em relação ao uso de eletrodomésticos (Gráfico 9), pois 87,1% possuem geladeiras, 93,5% televisão, 41,9% DVD/Vídeo e 85,5% Rádio. Portanto, isso revela que a população rural da atualidade vive em melhores condições em relação a décadas passadas.

Gráfico 9- Eletrodoméstico

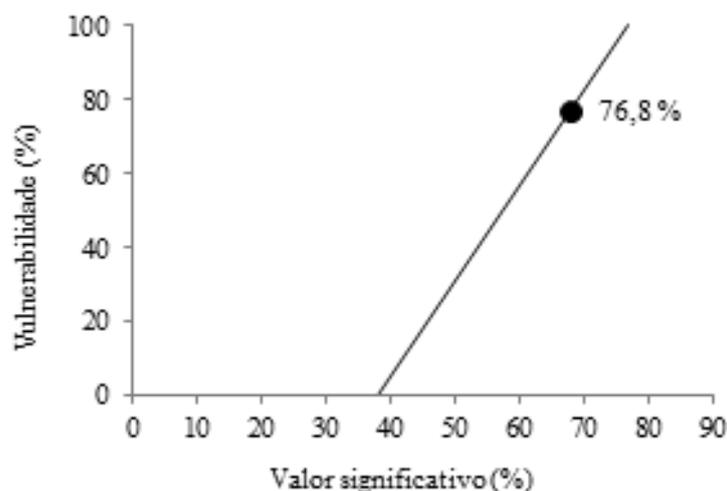


Tendo em vista todas essas considerações as quais estabelecem a Moderada situação da Vulnerabilidade Social da população da zona rural de Cabaceiras, faz necessário a implementação de políticas públicas mais adequadas para a fixação do homem no campo. Para isso é preciso que haja condições possíveis de sobrevivência nas áreas de saúde, educação e assistência social, vislumbrando uma melhor qualidade de vida. A situação social da população rural do município em estudo é relativamente "boa" devido ao programas assistencialistas do governo Federal tais como: bolsa família, bolsa escola, bolsa estiagem, seguro safra e entre outros.

### **Vulnerabilidade econômica**

Para a vulnerabilidade econômica (Gráfico 10), o valor encontrado foi de 76,8% o que representa um índice de vulnerabilidade muito alto. O alto índice de vulnerabilidade econômica encontrado é em função das fortes limitações socioeconômicas e ambientais, além dos períodos de secas prolongados. Trabalhos realizados por Sousa (2007) nos municípios de Boa Vista, Cabaceiras e São João do Cariri situados no Cariri paraibano na parte oriental e por Alencar (2004) nos municípios de Amparo e Ouro Velho situados no Cariri paraibano na parte ocidental revelam que toda a região do Cariri paraibano é muito vulnerável. Outros trabalhos desenvolvidos por Araújo (2002), no município de Sousa, e por Sousa et al. (2006) no município de Itaporanga, também representaram resultados preocupantes. Conclui-se que todo o semiárido paraibano é vulnerável.

Gráfico 10- Vulnerabilidade econômica



Para um melhor entendimento são necessárias informações adicionais a respeito da vulnerabilidade econômica encontrada tais como: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, venda da produção agrícola, venda da produção pecuária, fonte principal de crédito e fonte de renda. No Gráfico 11, pode-se observar que a maioria das famílias não possui animais de trabalho, ou seja, 33,3% são bois, 20,8% cavalos, 8,3% muares e 29,2% jumentos. De forma similar os animais de produção (Gráfico 12), são em sua maioria aves, ovelhas/cabras ambos com 72,9%, garrotes 45%, vacas 56,3%, bodes/carneiros 54,2%, porcos 6,3% e peixe com apenas 2,1%. Portanto, isso caracteriza a diversidade de espécies que o homem do campo, independentemente de suas dificuldades consegue assegurar a sua sobrevivência e permanência no meio em que vive.

Gráfico 11- Animais de trabalho

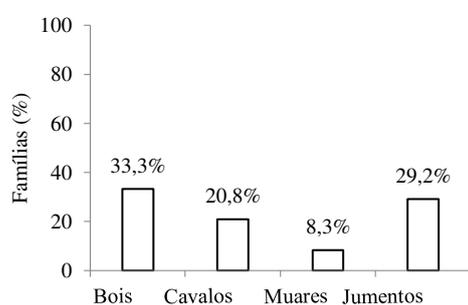
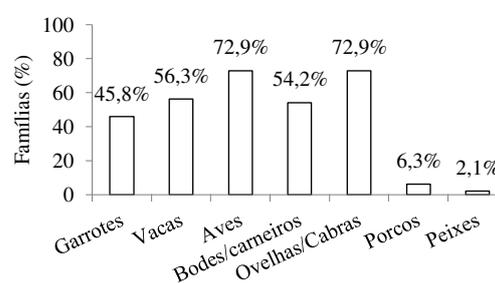
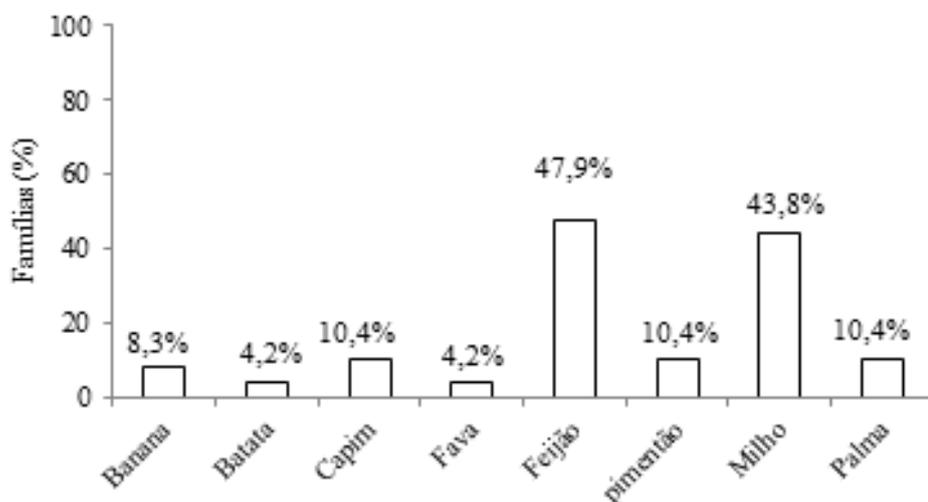


Gráfico 12- Animais de produção



As principais culturas cultivadas pelos pequenos produtores do município são bem diversificadas (Gráfico 13), a maioria produz feijão 47,9%, milho 43,8% e entre outros vegetais.

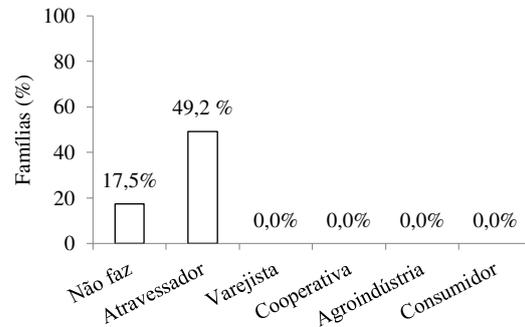
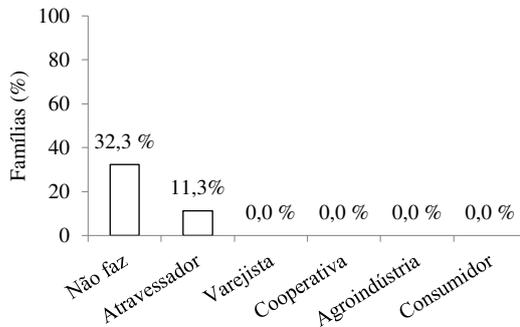
Gráfico 13- Produção vegetal



A maioria dos pequenos agricultores não vende o que produz (32,3%) e quando há excedente vende a atravessadores (11,3%) como pode ser observado no Gráfico 14. Em relação à venda de produtos da pecuária, grande parte dos produtores usa o atravessador (49,2%) para escoar sua mercadoria (Gráfico 15).

Gráfico 14- Venda da produção agrícola

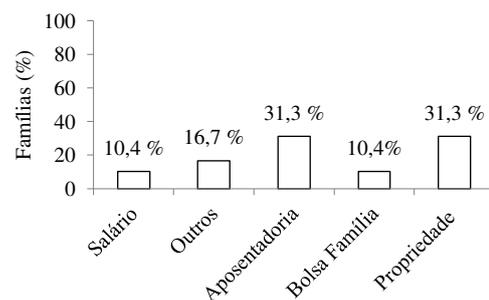
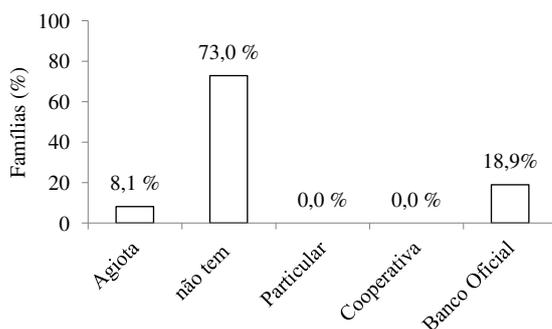
Gráfico 15- Venda da produção pecuária



Grande parte da população rural não utiliza crédito bancário (73%), apenas 18,9% recorrem ao banco e 8,1% buscam os agiotas para a obtenção de crédito (Gráfico 16). Tal resultado indica a ausência de políticas públicas voltadas para o apoio aos pequenos produtores. Através de incentivos e treinamentos pode-se evitar a presença do atravessador e da agiotagem. No Gráfico 17, observa-se as fontes de renda as quais os produtores dependem diretamente para a sua sobrevivência. Cerca de 31,3% das famílias dependem exclusivamente da propriedade para se manter, 31,3% dependem da aposentadoria, 10,4% dependem do salário mínimo recebido, 10,4% recebem ajuda de programas assistencialistas do governo Federal (bolsa família, bolsa escola, bolsa estiagem e entre outras) e 16,7% tira o sustento de outras atividades como: cabeleireiro, diarista e prestador de serviço.

Gráfico 16- Fonte principal de crédito

Gráfico 17- Fonte de renda



Com base nas análises acima, a vulnerabilidade econômica da comunidade estudada foi classificada como muito alta. As altas limitações econômicas da população estão associadas a carências e a falta de renda das famílias.

### **Análise comparativas das vulnerabilidades**

A partir dos valores encontrados das vulnerabilidades acima é importante fazer uma comparação com os valores em relação a outras localidades Tabela 3. Os resultados obtidos com a comunidade rural de Cabaceiras em relação aos estudos obtidos por Sousa (2007) para esse mesmo município, mostraram que os valores estão um pouco abaixo do esperado. Portanto, mesmo assim, os valores encontrados para as vulnerabilidades continuam Muito Alto com a exceção da vulnerabilidade Social que passou de Alta para Moderada.

Tabela 3 - Comparação entre as vulnerabilidades encontradas com a bibliografia existente, período de 2002 a 2011

<b>Pesquisas correlacionadas</b>	<b>Vulnerabilidades</b>	
	<b>Social %</b>	<b>Econômica %</b>
<b>Cabaceiras*</b>	<b>29,2</b>	<b>76,8</b>
<b>Bacia hidrográfica do açude Soledade (2011)<sup>1</sup></b>	12,8	46,0
<b>Entorno do açude Epitácio Pessoa(2009)<sup>2</sup></b>	17,3	45,5
<b>Cabaceiras (2007)<sup>3</sup></b>	40,0	82,0
<b>Boa Vista (2007)<sup>3</sup></b>	37,0	67,0
<b>S. João do Cariri (2007)<sup>3</sup></b>	42,0	74,0
<b>Boqueirão (2005)<sup>4</sup></b>	34,0	86,0
<b>Picuí (2002)<sup>5</sup></b>	47,8	89,6

**Fontes:** Silva (2011); Araújo (2010); Sousa (2007); Menino et al. (2005) e Silva (2002).

\* Os dados utilizados são de 2012.

As vulnerabilidades econômicas encontradas para todas as localidades foram Muito Alta. Tal resultado revela que as condições ambientais e ao tipo de atividade como a agropecuária que depende do ciclo das chuvas e a grande variabilidade climática é a causa da instabilidade econômica. A situação de pobreza em que vive a maior parte da população do semiárido decorre de fatores que vão além dos condicionantes geográficos. Tal situação pode ser explicada nas condições de posse e uso das terras. Portanto, além das desigualdades de posse das terras, a pobreza é agravada pela instabilidade representada pelo trabalho assalariado temporário. Sendo assim, a maioria da população carente de Cabaceiras ficam a mercê de programas assistencialistas do governo Federal.

O valor encontrado para a vulnerabilidade tecnológica foi Muito Alta para todas as localidades. Isso representa a impossibilidade da dinâmica e o desenvolvimento do homem do campo. A falta de condições adequada de trabalho, ou seja, a inexistência de tecnologia impossibilita o desenvolvimento local. E por fim a vulnerabilidade hídrica considerada Muito Alta para Cabaceiras, e em relação as outras localidades pode-se dizer que foi “Moderada”.

Todas as pesquisas realizadas foram feitas na região semiárida paraibana. O déficit hídrico e a falta de Políticas Públicas (para a gestão dos recursos hídricos no que diz respeito ao racionamento e o reuso da água) desfavorece a fixação do homem no campo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As famílias que foram entrevistadas na zona rural em Cabaceiras apresentou um moderado e alto nível de vulnerabilidade social e econômica respectivamente. Os valores encontrados expressam a fragilidade do homem do campo. Frente a essa realidade é perceptível que as famílias necessitam de condições sociais dignas que as coloquem ativamente no processo de desenvolvimento socioeconômico. Para isso, o estudo das vulnerabilidades é relevante para a implantação de políticas públicas, principalmente no que diz respeito ao apoio técnico ao pequeno produtor.

Devido ao baixo nível de escolaridade é importante implementar na grade extra curricular, com apoio de Universidades, trabalhos com alunos e pais no que se refere ao manejo de solo. Organizar os produtos rurais em cooperativas para evitar os atravessadores. Esta é uma maneira eficiente de incentivar os pequenos produtores a produzir mais e

gerar mais renda. Outro fator é desenvolver uma educação de qualidade para que futuramente se tenha uma sociedade mais justa.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq pelo apoio as pesquisas.

## **REFERÊNCIAS**

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Dados Pluviais, 2014. Disponível em : <[www.aesa.pb.gov.br/index.php](http://www.aesa.pb.gov.br/index.php)>. Acesso em: novembro de 2015.

ARAÚJO, L. E. de. **Degradação Ambiental e Vulnerabilidade na Bacia do Rio Paraíba – Estudo de Caso do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Departamento de Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2010.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acesso em: 10 nov. 2015.

BARBOSA, M. P. **Vulnerabilidade de risco a desastre**. Campina Grande- PB: Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal da Paraíba. 1997, 87p.

CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B. Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2006.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P.; RODRIGUEZ, R. E. Public health vulnerability to climate change in Brazil. **Climate Research Clim Res**, v.40, p. 175-186, 2009.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Cabaceiras**, estado da Paraíba/ Organi-

zado, por João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

COSTA, M. da S.; FERREIRA, M. de L. Desenvolvimento local e participação popular: a experiência do pacto do Novo Cariri. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v.15, n. 56, p. 29-48, 2010.

DUMENU, W. K; OBENG, E. A. Climate change and rural communities in Ghana: Social vulnerability, impacts, adaptations and policy implications. **Environmental Science & Policy**, v. 55, p. 208–217, 2015.

EMBRAPA - **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa produção de informação. Rio de Janeiro, 412p, 2006.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 10 nov. 2015.

LOUREIRO, A. O. F.; SULIANO, D. C. As principais linhas de pobreza utilizadas no Brasil. In: Governo do Estado do Ceará Secretaria do Planejamento e Gestão - SEPLAG Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. **Nota técnica** nº 38, 2009.

MORAES NETO, J. M. **Gestão de riscos a desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no semi-árido paraibano: uma análise comparativa**. Tese (Doutorado). Campina Grande-PB, UFCG, 2003.

SILVA, E. P. **Estudo sócio-econômico-ambiental e dos riscos a desastres ENOS (El niño oscilação sul) no município de Picuí-PB: um estudo de caso**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande-PB, UFCG, 2002.

SILVA, M. J. **Dinâmica da degradação ambiental na bacia hidrográfica de açude de Soledade-PB: um estudo temporal (1990-2010)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande- PB, UFCG, 2011.

SOUSA, R. F. de.; BARBOSA, M. P.; MORAIS NETO, J. M. de.; FERNANDES, M. de. F. Estudo do processo de desertificação e das vulnerabilidades do município de Cabaceiras- Paraíba. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 4, n. 1, p. 89-102, 2007.

SOUSA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2007.

WALTERS, V.; GAILLARD, J. C. Disaster risk at the margins: Homelessness, vulnerability and hazards. **Habitat International**, v. 44, p. 211-219, 2014.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

### ***Carlos Antonio Costa dos Santos***

*Possui graduação em Física (Licenciatura Plena) pela Universidade Estadual da Paraíba (2003), Mestrado em Meteorologia (2006), na área de Meteorologia de Meso e Grande Escalas com ênfase em Climatologia Física e Mudanças Climáticas, Doutorado em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (2009), com período sandwich na Utah State University, sob orientação do Dr. Christopher M. U. Neale, onde desenvolveu pesquisas com a aplicação e validação de algoritmos de Sensoriamento Remoto nas atividades agrícolas e floresta, trabalhando com as técnicas de correlações turbulentas (Eddy Covariance) e razão de Bowen (Bowen ratio). Atuou nas redes pública e particular de ensino exercendo a função de professor de Física nas áreas de Física Clássica, Termodinâmica, Eletromagnetismo e Física Moderna. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Climatologia, Radiação, Agrometeorologia, Micrometeorologia e Sensoriamento Remoto.*

### ***Madson Tavares Silva***

*Graduado em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (2008). Mestre em Meteorologia, com área de concentração em Agrometeorologia e Micrometeorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (2010). Doutor em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (2014). Atualmente é Professor da Universidade Estadual da Paraíba no Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas – CCBSA. Tem experiência na área de Meteorologia e Meio Ambiente, com ênfase em Agrometeorologia, Climatologia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem agrometeorológica e hidrológica, mudanças climáticas, zoneamento de risco climático, consumo hídrico de culturas e sensoriamento remoto aplicado à agricultura e clima urbano.*

### ***Virgínia Mirtes de Alcântara Silva***

*Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Acaraú - CE em 2010, Doutoranda e Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Especialista em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Especialista em Geografia e Gestão Ambiental pela Universidade Integrada de Patos - FIP. Atualmente trabalha com temas vinculados a sensoriamento remoto e SIG, desertificação, restauração ecológica, recuperação de áreas degradadas e características climatológicas da região semiárida do Brasil.*

**REALIZAÇÃO:**



Universidade Federal  
de Campina Grande

**APOIO:**



FORMATO 21 cm x 29,7 cm  
TIPOLOGIA Times New Roman  
PAPEL Couché  
Nº DE PÁG. 660

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE- EDUFCG

