

# TECNOLOGIAS APLICADAS NA AGRONOMIA



***Tecnologias  
aplicadas na  
Agronomia***



### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T227 Tecnologias aplicadas na Agronomia/Francisco et al.

— Campina Grande: EPTEC, 2022.

104 f.: il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-00-57024-3

1. Ciências Agrárias. 2. Inovação. 3. Pesquisa. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Silva, Viviane Farias. III. Santos, Djail. IV. Ribeiro, George do Nascimento. V. Silva, José Nilton. VI. Ayres, Gypson Dutra Junqueira. VII. Rodrigues, Raimundo Calixto Martins. VII. Título.

CDU 630

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.  
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.  
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons.  
Atribuição-Não-Comercial-Não Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

2022 by Eptec

Copyright © Eptec

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Eptec

Direitos para esta edição cedidos à Eptec pelos autores.

Open access publication by Eptec

### Créditos das Imagens da capa e dos capítulos

Pixabay/Freepick

### Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

### Conselho Editorial

Claudimir Silva Santos (IFSULMINAS)

Djail Santos (CCA-UFPB)

Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)

George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)

Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)

João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)

José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)

Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)

Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)

Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)

Newton Carlos Santos (UFRN)

Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)

Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)

Viviane Farias Silva (CSTR-UFCG)



Paulo Roberto Megna Francisco  
Viviane Farias Silva  
Djail Santos  
George do Nascimento Ribeiro  
José Nilton Silva  
Gypson Dutra Junqueira Ayres  
Raimundo Calixto Martins Rodrigues

# ***Tecnologias aplicadas na Agronomia***



1.a Edição  
Campina Grande-PB  
2022



## Realização



## Apoio



Universidade Federal  
de Campina Grande



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DA PARAÍBA



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ





# Sumário

<i>AVALIAÇÃO DO USO DE SEDIMENTOS DE TANQUES DE PRODUÇÃO DE TILÁPIAS COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DE GIRASSOL.....</i>	<i>6</i>
<i>PRODUTIVIDADE E TROCAS GASOSAS DE JAMBU (ACMELLA OLERACEA L. R. K JANSEN) SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E QUÍMICA .....</i>	<i>19</i>
<i>POTENCIAL DE EXPANSÃO DA IRRIGAÇÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA DA REGIÃO DO MÉDIO CURSO DO RIO PARAÍBA.....</i>	<i>40</i>
<i>GEOTECNOLOGIAS APLICADA NA AVALIAÇÃO E MAPEAMENTO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA IRRIGADA DO FEIJÃO COMUM (Phaseolus vulgaris L.) EM BACIA HIDROGRÁFICA .....</i>	<i>60</i>
<i>USO DO SIBCTI NA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB.....</i>	<i>84</i>
<i>CURRICULUM DOS ORGANIZADORES .....</i>	<i>103</i>




## **Capítulo I**

# **AVALIAÇÃO DO USO DE SEDIMENTOS DE TANQUES DE PRODUÇÃO DE TILÁPIAS COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DE GIRASSOL**


**Elias do Nascimento de Sousa Filho**

Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE, Maracanaú-CE, eliasnfilho@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7177-6277>


**Gabrielli Teles de Carvalho**

Bacharelada em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE, Maracanaú-CE, gabrielliteles@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/0252899884205448>


**Gabriela de Sousa Ferreira**

Mestranda em Energias Renováveis, IFCE, Maracanaú-CE, gabrieladesousaf@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3778-326X>


**Paulo Ovídio Batista de Brito**

Mestre em Energias Renováveis, IFCE, Maracanaú-CE, paulobatistaengenharia@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8978-8241>

**Franklin Aragão Gondim**

Dr. Prof., IFCE, Maracanaú-CE, aragaofg@yahoo.com.br

 <https://orcid.org/0000-0002-7168-2358>



## Introdução

Os avanços tecnológicos possibilitaram extenso crescimento populacional, aumento no consumo per capita e expansão dos centros urbanos. Com isso, observou-se um grande incremento no consumo de matéria e energia, resultando na necessidade de ampliar os processos produtivos, visando atender as necessidades humanas (SAATH & FACHINELLO, 2018).

Dentre os diversos setores de produção alimentícia, a piscicultura tem se destacado pelo seu crescimento ao longo dos últimos anos. Em 2018, a produção mundial chegou a 82,1 milhões de toneladas (FAO, 2020). Entretanto, esse aumento da produção traz consigo o aumento na geração de resíduos sólidos orgânicos, os quais geralmente não recebem manejo ou destinação adequados, gerando uma série de impactos ambientais, como a contaminação de corpos hídricos e do solo (DAMIANI et al., 2020; MOTA et al., 2009).

Uma das problemáticas encontradas na piscicultura consiste na grande quantidade de resíduos que são gerados no beneficiamento do peixe e que, em muitas ocasiões, são descartados incorretamente (SILVA, 2021). Dessa forma, este fenômeno representa um desperdício de recursos e acarreta em passivos ambientais. Dentre os pescados, destaca-se a *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo), espécie mais cultivada no Brasil, podendo ser produzida em praticamente todo o território nacional. Em 2020, a tilápia representou 53,4% do total produzido proveniente da piscicultura nacional, totalizando 343.595 toneladas (IBGE, 2020).

O uso e o aproveitamento de resíduos gerados por diversos segmentos do agronegócio, como a piscicultura na produção de compostos fertilizantes vêm despontando como alternativa sustentável. Tanto o aproveitamento como a destinação adequada dos resíduos, bem como o uso como fertilizante propicia melhorias na estrutura do solo em virtude do acréscimo de matéria orgânica, da qual o solo brasileiro é deficitário. Este fator ocasiona benefícios adicionais à planta por meio do aumento da taxa de absorção de nutrientes (CRUZ et al., 2017).

O processo produtivo da piscicultura fornece sedimentos ricos em nutrientes e matéria orgânica que podem ser incorporados ao solo como fonte de nutriente para as culturas, representando uma redução nos custos de produção para as lavouras (SALAZAR & SALDANA, 2007). Alguns estudos foram desenvolvidos acerca do uso e o aproveitamento de resíduos





orgânicos no cultivo de plantas, tais como: mamona, mudas de alface, mamoeiro (ALMEIDA et al., 2019; TEODORO & PEREIRA, 2021; ROSA et al., 2018). Almeida et al. (2019), apontaram o uso da casca de amendoim como uma alternativa orgânica para o cultivo de mamona, sendo uma estratégia viável e ambientalmente vantajosa. Teodoro e Pereira (2021) obtiveram resultados que sugerem viabilidade na produção de mudas de alface utilizando o composto orgânico de resíduos de pescado. Rosa et al. (2018), aplicaram resíduo de tanque de piscicultura no cultivo de mamoeiro, as plantas apresentaram incremento positivo para todas as variáveis, à medida que se aumentaram as concentrações do composto. Este fato demonstrou o efeito benéfico no desempenho das mudas. Logo, é possível verificar, que o uso de resíduos orgânicos como composto fertilizante é uma estratégia viável para aplicação desses materiais.

Considerando que na literatura são escassos os relatos sobre os efeitos da suplementação com sedimentos gerados em tanques da produção de tilápia e o cultivo de plantas de girassol. O presente estudo busca uma alternativa para os sedimentos gerados na produção de tilápia, utilizando tais resíduos para a composição de substratos para o cultivo de plantas de girassol. O *Helianthus annuus* L. (girassol) é uma espécie que tem apresentado no Brasil expansão de área de cultivo. Trata-se de uma cultura resistente, aclimatando-se às mais diversas condições de clima e solo (LEITE et al., 2007).

Esta cultura agrícola tem sido empregada como matéria prima para produção de óleo, biodiesel, ornamentação, alimentação de aves, entres outras aplicações (SOUZA et al., 2015). O girassol possui potencial na produção de óleo para consumo alimentício ou como combustível, os residuais desta planta podem ser usados na geração de energia, como por exemplo, na produção de biocombustíveis que tem ganhado destaque nas últimas décadas. Existe um crescente interesse da sociedade mundial por fontes renováveis de energia, principalmente aquelas que contribuem para reduzir a emissão de gases de efeito estufa, característica das fontes tradicionais de energia fóssil (GAZZONI et al., 2005).

Sabe-se que a reciclagem e aplicação de resíduos é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável. Este fato contribui para evitar desperdícios e promover a reinserção de materiais no ciclo produtivo, assegurando processos mais econômicos e reduzindo os impactos ambientais gerados pelo manejo e destinação inadequados. Partindo dessa proposição, o trabalho objetiva analisar a viabilidade da utilização de sedimentos (resíduos orgânicos) gerados em tanques de produção de tilápia para o cultivo de plantas de



girassol, avaliando variáveis biométricas (altura, diâmetro, número de folhas e percentual de emergência do solo) e teores relativos de clorofila.

## Material e Métodos

A etapa de cultivo vegetal foi conduzida em casa de vegetação, ambiente isolado com estrutura coberta por nylon, situada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *campus* de Maracanaú. Foram avaliadas variáveis de crescimento de plântulas de *Helianthus annuus* L. (girassol), cultivar BRS 323 cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Para a composição dos substratos de cultivo de girassol, foi utilizada areia de granulometria fina acrescida de sedimentos (resíduos) gerados em tanques de produção de *Oreochromis niloticus* (tilápia do nilo), fornecidos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), por meio de parceria com o Laboratório de Tecnologia do Pescado no município de Pentecoste (CE).

Inicialmente, uma amostra do resíduo foi colocada em estufa com circulação forçada de ar a 60°C para remoção de umidade. Em seguida, foi submetida à trituração fazendo uso de almofariz e pistilo para diminuição da granulometria, visando otimizar sua absorção como nutriente. O resíduo passou por análise dos teores de nitrogênio total seguindo o método Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995). A quantidade de resíduo incorporada e homogeneizada ao substrato variou de acordo com as diferentes concentrações em termos de kg de N ha<sup>-1</sup> para a cultura do girassol.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em cinco tratamentos: três concentrações de resíduos da produção de tilápia (equivalente a 20, 40 e 160 kg de N ha<sup>-1</sup>), uma concentração de fertilizante orgânico comercial (húmus) misto a 80 kg de N ha<sup>-1</sup> e um grupo controle (ausência de biofertilizante). A semeadura ocorreu em vasos plásticos de 5 litros, preenchidos com areia de granulometria fina, como classifica a NBR 6.502 (ABNT, 1995), e foi peneirada em malha de 5mm. O experimento foi conduzido com cinco repetições por tratamento, sendo cada uma constituída por um vaso com cinco sementes. Foi realizada a rega diária com uso de regador manual, mantendo-se a umidade a 70% da capacidade de campo de cada substrato, por um período de 20 dias.

O percentual de emergência de plântulas do solo foi determinado aos 7 dias após a semeadura (DAS), conforme a Equação 1 proposta por Laborial e Valadares (1976).



$$\%E = (E1/E) \times 100 \text{ (Eq.1)}$$

Onde: %E = percentagem de emergência, E1 = número total de plântulas emergidas, E = número total de sementes semeadas.

Após análise do percentual de emergência das plântulas do solo, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas duas plântulas por vaso. As avaliações de crescimento foram efetuadas aos 12 e 20 DAS. A altura foi mensurada por meio de uma régua graduada desde o nível do solo até a gema apical e o diâmetro do coleto obtido por meio de paquímetro digital 150mm – Aço Inox Lee Tools Mod. 684132.

O número de folhas foi obtido mediante contagem direta em cada planta, considerando somente aquelas que se encontravam completamente expandidas. Os teores relativos de clorofila foram determinados na primeira folha completamente expandida a contar do ápice com o auxílio de medidor portátil (modelo Minolta SPAD – 502).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) utilizando o software SigmaPlot versão 11.0.

## **Resultados e Discussão**

Aos 7 dias após a semeadura (DAS), o percentual de emergência do solo (Figura 1) apresenta maiores valores para as plantas no tratamento suplementado com resíduos de tanques de tilápia a 160 kg N ha<sup>-1</sup>. Em seguida, os tratamentos 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup>, bem como fertilizante comercial (húmus) e areia, não diferindo estatisticamente de um para o outro. Aos 7 DAS, o tratamento a 160 kg N ha<sup>-1</sup> apresenta-se 67,3 % maior que a média dos demais grupos.

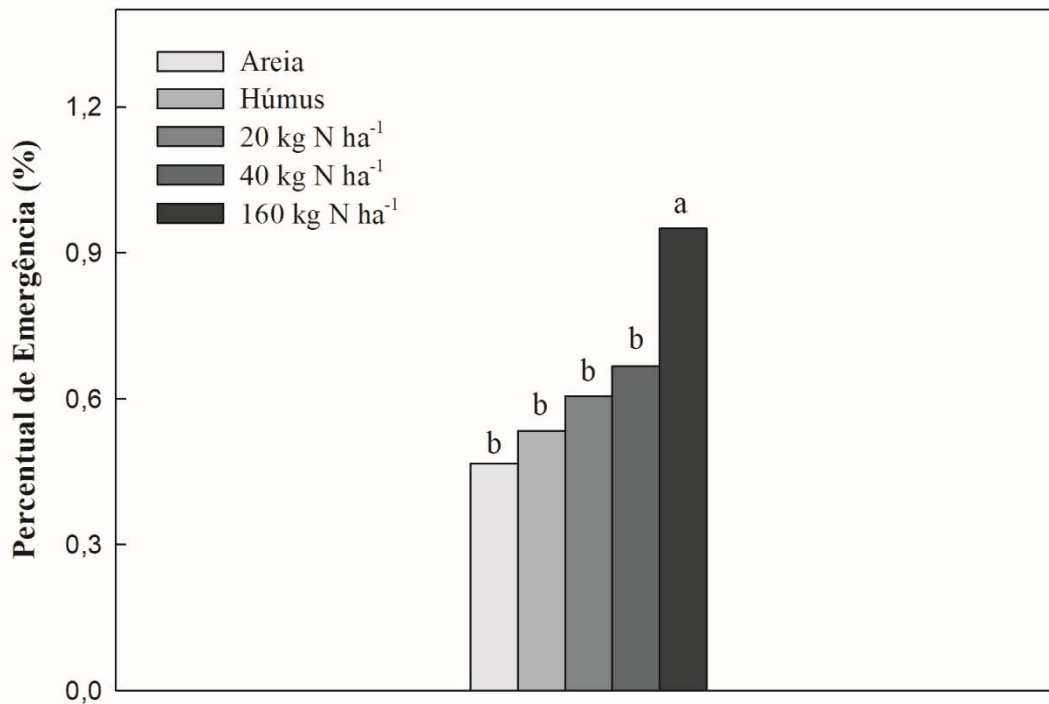


Figura 1. Percentual de emergência de plântulas de girassol aos 7 dias após a semeadura.

Germinação e emergência de plântulas são variáveis importantes que influenciam o crescimento e desenvolvimento de todas as plantas, tendo relação com o rendimento das culturas (MACEDO et al., 2017). A germinação de sementes ocorre quando as condições para o crescimento são favoráveis e elas não apresentam algum tipo de dormência (SANTOS & ZONNETI, 2009). Trata-se de uma variável importante para avaliar capacidade da semente em germinar, bem como sua qualidade. Conforme a Figura 1, a suplementação com resíduos de tanques de tilápia, proporciona maiores percentuais de emergência de plântulas. Semelhantemente, Almeida et al. (2019), observaram que a fertilização de plantas de girassol com resíduos de cascas de amendoim ocasionou incremento no percentual de germinação de 47% em relação ao tratamento areia.

Aos 12 dias após a semeadura (DAS), os teores relativos de clorofila (Figura 2) apresentam os maiores valores para as plantas no tratamento suplementado com resíduos de tanques de tilápia a 160 kg N ha<sup>-1</sup>, apresentando valor médio de 32,55 (unidades arbitrárias). Em seguida, o tratamento 40 kg N ha<sup>-1</sup> se destaca, com média de 29,32, seguido pelo 20 kg N ha<sup>-1</sup>, valor médio de 26,50. Os valores mais baixos são observados no tratamento de fertilizante comercial e areia, que resultam em valores médios de 24,13 e 23,02, respectivamente. Aos 20 DAS, o tratamento a 160 kg N ha<sup>-1</sup> novamente apresenta maiores



valores, seguido pelos tratamentos 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup>, não diferindo estatisticamente de um para o outro. Os valores mais baixos são observados nos tratamentos de fertilizante comercial (húmus) e areia, que não apresentam diferenças estatísticas entre si. O tratamento a 160 kg N ha<sup>-1</sup> 16,3 % maior que a média dos grupos 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup> e 38,5% maior que a média dos tratamentos de fertilizante comercial (húmus) e areia.

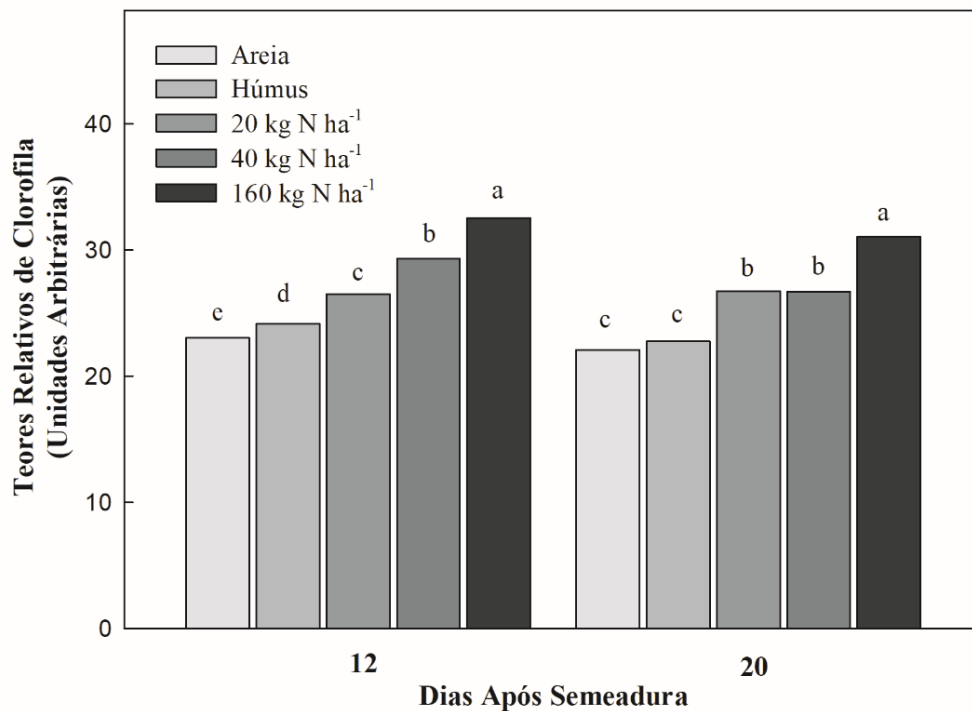


Figura 2. Teores relativos de clorofila (unidades arbitrárias) de plântulas de girassol aos 12 e 20 dias após a semeadura.

Acredita-se que os menores valores para os tratamentos de fertilizante comercial e areia ocorreram devido à carência de nutrientes necessários para a produção das moléculas de clorofila. Menores teores de clorofila estão associados a menores teores de N, implicando menor capacidade fotossintética, portanto não sendo desejáveis quando se busca o melhor desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2021).

Para a altura (Figura 3A), aos 12 DAS, os tratamentos a 20, 40 e 160 kg N ha<sup>-1</sup> apresentam os maiores valores, com uma média de 7,85 cm, não diferindo estatisticamente entre si, enquanto os menores valores são observados no tratamento de fertilizante comercial e areia, atingindo valor médio de 5,60 cm. Aos 20 DAS, o tratamento a 160 kg N ha<sup>-1</sup> é 35,7% maior que a média dos grupos 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup>, que não diferem estatisticamente entre si;



73,3% maior que a média do tratamento de fertilizante comercial (húmus) e 89,7% maior que o tratamento areia. Os resultados se assemelham aos de Araújo et al. (2021), que aplicaram composto orgânico a base de casca e palha de alho, melhorando o desenvolvimento de plantas de rúcula, proporcionando melhores resultados quanto à altura das plantas. Pereira, Diniz e Rezende (2020), verificaram que a adubação organomineral proporcionou maior altura para cultivo de milho.

O número de folhas (Figura 3B) segue o mesmo padrão para dois períodos (12 e 20 DAS), onde o grupo suplementado com resíduos de tanques de tilápia a 160 kg N ha<sup>-1</sup> apresenta maiores valores, seguido pelos grupos 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup>, que não diferiram estatisticamente entre si. Os menores valores ocorrem nos tratamentos de fertilizante comercial (húmus) e areia, que também não diferem entre si. Aos 12 DAS, o tratamento suplementado a 160 kg N ha<sup>-1</sup> apresenta 5,8 folhas por planta, em média, 45% maior que os grupos 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup>, que apresentam em média 4 folhas por planta, é ainda 1,9 vezes maior que os tratamentos de fertilizante comercial (húmus) e areia, com média de 2 folhas por planta. Aos 20 DAS, o tratamento suplementado a 160 kg N ha<sup>-1</sup> apresenta 8 folhas por planta, em média, os grupos 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup> apresentam em média 6,2 folhas por planta e os tratamentos de fertilizante comercial (húmus) e areia, apresentam média de 4 folhas por planta.

Os resultados corroboram com os obtidos por Moreira et al. (2019), onde ao número de folhas de plantas de girassol suplementadas com resíduos industriais de suplementação mineral para animais obtiveram um incremento expressivo aos 22 e 33 DAS. Paludo e Prior (2014) observaram acréscimo ao número de folhas de plântulas de beterraba suplementadas com resíduos sólidos de biodigestor, sendo a maior média para o substrato a 100% do resíduo.

Em relação ao diâmetro do caule (Figura 3C), aos 12 DAS, o grupo suplementado a 160 kg N ha<sup>-1</sup> apresenta maiores valores, com uma média de 2,97mm, resultando em valores 5,5% maiores que os demais grupos, que não diferem entre si e apresentam média de 2,81mm. Aos 20 DAS, o tratamento a 160 kg N ha<sup>-1</sup>, apresenta maiores valores, com média de 4,17mm, seguido pelo grupo suplementado a 40 kg N ha<sup>-1</sup>, com média de 3,21mm, os menores valores se deram nos grupos 20 kg N ha<sup>-1</sup>, fertilizante comercial (húmus) e areia, que não diferem estatisticamente entre si e apresentam média de 2,96mm.



Os resultados corroboram com Almeida et al. (2019), que aplicaram de diferentes resíduos orgânicos no cultivo de mamona e obtiveram acréscimo nos valores de diâmetro caulinar com o uso da casca de amendoim. Paludo e Prior (2014) aplicaram resíduos sólidos de biodigestor no cultivo de mudas de beterraba e verificaram que os substratos alternativos apresentaram melhor desempenho em relação ao diâmetro que o substrato comercial.

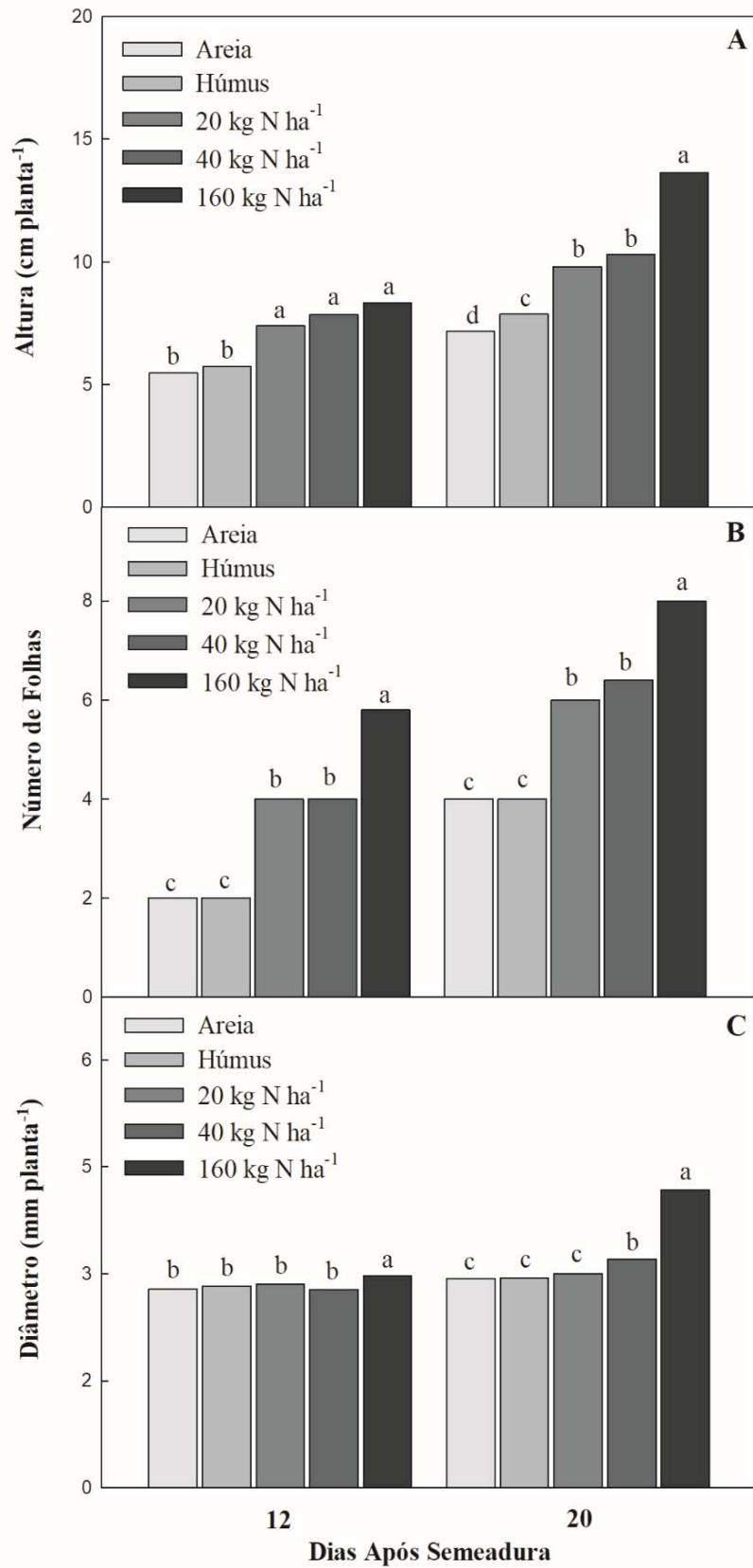


Figura 3. A - Altura (cm planta<sup>-1</sup>), B - Número de folhas, C - Diâmetro (mm planta<sup>-1</sup>) de plântulas de girassol, aos 12 e 20 dias após a sementeira.





Em todas as variáveis estudadas o tratamento suplementado com resíduos de tanques de tilápia a 160 kg N ha<sup>-1</sup> proporciona resultados expressivos, seguido pelas demais concentrações de resíduo e pelos tratamentos com fertilizante comercial (húmus) e areia. Corroborando com o trabalho realizado por Rosa et al. (2018), que aplicaram resíduo de tanque de piscicultura no cultivo de mamoeiro, as plantas apresentaram incremento positivo para todas as variáveis, à medida que se aumentaram as concentrações do composto, demonstrando o efeito benéfico no desempenho das mudas.

### **Conclusão**

Em geral, os tratamentos suplementados com resíduos de tanques de tilápia a 20 e 40 kg N ha<sup>-1</sup> apresentaram resultados superiores ou semelhantes aos tratamentos húmus (fertilizante comercial) e areia, apresentando-se viáveis para a nutrição vegetal. Contudo, destaca-se que para todas as variáveis analisadas, os resultados mais expressivos ocorreram no tratamento suplementado a 160 kg N ha<sup>-1</sup>.

A utilização dos sedimentos gerados em tanques de tilápia para produção de fertilizante orgânico mostrou-se viável. Caracterizando-se como uma alternativa sustentável para aumentar o aproveitamento desses materiais, proporcionando uma destinação adequada.

### **Referências**

- ALMEIDA, F. B. B.; MOURA, L. F.; COSTA, F. R. S.; ARRUDA, J. F.; SENA, L. M.; GONDIM, F. A. Avaliação das características germinativas e de crescimento em mamoneira cultivada em diferentes resíduos orgânicos agroindustriais. *Holos*, v.35, n.6, e7572, 2019.
- ARAUJO, J. V. F.; FERREIRA, R. I. B.; MARTINS, D. C.; BALLARIS, A. L. Utilização de doses de composto orgânico a base de palha e casca de alho no desenvolvimento da cultura de rúcula. *Brazilian Journal of Development*, v.17, n.9, p.91439–91450, 2021.
- CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. S.; FIGUEIREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. *BNDES Setorial*, n.45, p.137-187, 2017.
- DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. de S.; BECKER, F. S. Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações. *EDUFT*, v.1, n.35, 64 p., 2020.



FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Roma, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 30 de março de 2022.

GAZZONI, D.; FELICI, P. H.; CORONATO, R. M.; RALISCH, R. Balanço energético das culturas de soja e girassol para produção de biodiesel. *Biomassa & Energia*. v.2, p.259-265, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal. Dados do SIDRA, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020>. Acesso em: 29 mar. 2022.

LABORIAL, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, p. 174 – 186, 1976.

LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja, Comunicado Técnico n. 78). Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/28045/1/comtec78\\_girassol.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO-2009-09/28045/1/comtec78_girassol.pdf). Acesso em: 30 mar. 2022.

MACEDO, A. de; CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; ARAUJO, G. G. L. de; REGITANO NETO, A.; TABOSA, J. N.; SIGNOR, D.; MAGALHÃES, A. L. R. Avaliação da emergência e crescimento inicial de plântulas de sementes de milheto. In: Congresso Nordeste de Produção Animal, 2017, Petrolina. *Anais...Petrolina*, 2017.

MOTA, J. C.; ALMEIDA, M. M. de; ALENCAR, V. C. de; CURI, W. F. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. *Águas Subterrâneas*, v.1, 2009. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21942>. Acesso em: 11 set. 2022.

PALUDO, W. E.; PRIOR, M. Produção de mudas de beterraba e brócolis com resíduo sólido de biodigestor. *Cultivando o Saber*. v.7, n.1, p.73–82, 2014.

PEREIRA, B. de O. H.; DINIZ, D. A.; REZENDE, C. F. A. Adubação organomineral e mineral no desempenho agrônomo do milho e alterações químicas do solo. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.8, p.58694–58706, 2020.



ROSA, D. K. O. F.; BARROS, D. L.; AIRES, F. P. G.; GOMIDE, P. H. O. Aproveitamento do resíduo de tanque de piscicultura na produção de mudas de mamoeiro em Rorainópolis. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*, v.11, p.120-136, 2018.

SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.56, n.2, p.195-212, 2018.

SALAZAR, F. J.; SALDANA, R. C. Characterization of manures from fish Cage farming in Chile. *Bioresource Technology*, v.98, n.17, p.3322-3327, 2007.

SANTOS, G. A.; ZONETTI, P. C. Influência da Temperatura Na Germinação e Desenvolvimento do Girassol (*Helianthus annuus L.*). *Iniciação Científica Cesumar*, v. 1, n.1, p.23-27, 2009.

SILVA, A. P. R.; PAIVA, G. A.; DAVID, G. Q.; MEDEIROS, J. D.; FIGUEIREDO, A. M. C. Uso de resíduos agrícolas para produção de cogumelos comestíveis no Norte do Estado de Mato Grosso. *Brazilian Journal of Development*. v.7, p.82074-82089, 2021.

SOUZA, F.; SILVA, I.; PELLIN, D.; BERGAMIN, A.; SILVA, R. Características agronômicas do cultivo de girassol consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, p.110-116, 2015.

TEODORO, M. S.; PEREIRA, A. M. L. Aproveitamento de resíduos de pescado na confecção de composto orgânico para produção de mudas de alface. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.26, n.3, p.441-449, 2021.




## **Capítulo II**

# **PRODUTIVIDADE E TROCAS GASOSAS DE JAMBU (*ACMELLA OLERACEA* L. R. K JANSEN) SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E QUÍMICA**


**Ayla Marinho da Silva**

Bióloga, Universidade Federal Rural da Amazônia/Campus Capanema, ayla.marinho21@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9570-2034>


**Rafael Magalhães de Aragão**

Professor, Universidade Federal Rural da Amazônia, rafael.aragao@ufra.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0001-7386-5994>

**Marília de Freitas Cabral**

Enga. de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, mariliafcaragao@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1262-895X>

### **Introdução**

O jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K Jansen) é uma hortaliça pertencente à família botânica Asteraceae, com abundante distribuição na região norte do Brasil. Sua predominância ocorre no Estado do Pará, onde faz parte da cultura e tradição desse local, principalmente na culinária, na qual a planta é utilizada como ingrediente principal nos mais variados pratos típicos, como pato no tucupi, tacacá e arroz com jambu. Não se sabe ao certo a



origem da espécie, no entanto é provável que o jambu seja nativo da América tropical, porém também é encontrado na África e Ásia (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013)

A hortaliça é classificada como uma planta alimentícia não convencional (PANC), e pode ser encontrada anualmente de forma cultivada. Em relação às características morfológicas, é uma planta herbácea, semi-ereta, podendo alcançar de 20-40 cm de altura, possui ramos cilíndricos e decumbentes, flores são dispostas em pequenos capítulos florais geralmente com coloração amarela (FAVORETO & GILBERT, 2010).

Essa planta faz parte da medicina tradicional com o uso das folhas e flores por meio de infusões, indicando-se para o tratamento de dores de dente, garganta, anemia, entre outras enfermidades, pois a planta segundo os saberes populares atua como anestésico (SILVA et al., 2020).

Com sabor característico, o jambu conquista os mais diferentes paladares, tendo uma peculiaridade que o faz ser facilmente reconhecido ao ser ingerida por conta de suas propriedades bioativas (SANTOS et al., 2019). Segundo Rondanelli et al. (2019), dentre os diversos compostos bioativos presentes na hortaliça, o principal e mais característico é o espilantol, uma alquilamida rica em fenóis, com propriedades anestésicas e anti-inflamatórias, encontrado em todas as partes da planta, com maiores concentrações nas flores e folhas, sendo responsável por causar sensação de formigamento na boca.

Embora seja uma planta de amplo conhecimento popular e de grande importância alimentícia com potencial para utilização de fármacos e produtos cosméticos, o jambu ainda possui pouca produção e escassos estudos relacionados às características agrônômicas, recomendações de adubações e, sobretudo, a produção orgânica. No que diz respeito ao cultivo do jambu, o uso de adubos orgânicos na produção dessa hortaliça é muito limitado (SOUTO, 2016).

Os poucos conhecimentos sobre o cultivo dessa hortaliça, está relacionado a facilidade no cultivo descrito como rústico e a necessidade de altas concentrações de matéria orgânica, a qual é considerada um fator limitante para o desenvolvimento e rendimento da planta. Por ser uma hortaliça folhosa e apresentar ciclo vegetativo curto, a cultura do jambu apresenta elevada exigência nutricional (SOUTO, 2016).

O cultivo dessa hortaliça é geralmente restrito à agricultura familiar, realizada por pequenos produtores que sobrevivem da renda obtida na produção. De acordo com Araújo et al. (2021) o consumo de hortaliças folhosas cresceu significativamente nos últimos anos,



assim como a busca por produtos ricos em nutrientes. Tendo em consideração essas informações, a utilização de adubos através de alternativas ecológicas para o cultivo da hortaliça, que promovessem a comercialização do jambu como um produto orgânico seria vantajoso para os produtores.

Na agricultura sustentável, a obtenção de matéria orgânica por meio dos processos de compostagem torna-se uma opção para o fornecimento de nutrientes essenciais à cultura e redução de custos financeiros. Os efeitos do composto orgânico em substituição dos fertilizantes químicos nas plantas são amplamente conhecidos por otimizarem a capacidade de matéria orgânica no solo, melhorando a fertilidade e produtividade (SAYARA et al., 2020). Além do mais, a disponibilidade de nutrientes oriundos desse processo auxilia nas trocas gasosas promovendo o desenvolvimento completo das plantas.

Conforme destaca Prado (2008), os nutrientes são elementos essenciais e indispensáveis para o ciclo de vida plantas, desempenhando diversas atividades metabólicas, entre os quais se destacam os macronutrientes “NPK”, Nitrogênio (N), Fosforo (P) e Potássio (K), conhecidos por serem requeridos em maiores quantidades pelas culturas. O elemento N é o mais exigido e atua em todas as etapas do ciclo de vidas das plantas, sendo responsável principalmente pela síntese de clorofila, processos fotossintéticos, composição de proteínas e aminoácidos, o P desempenha funções na síntese de adenosina trifosfato (ATP), constituição de DNA e RNA, crescimento do sistema radicular, o K está presente em atividades enzimáticas, síntese proteica e na formação e amadurecimento dos frutos (PRADO, 2008; TAIZ et al., 2017). Contudo, o preço dos fertilizantes químicos para pequenos agricultores ainda é um problema financeiro, o que reduz a possibilidade da aquisição, ou se adquirido, pode refletir no preço final dos alimentos.

Diante disso, a realização de pesquisas que contribuam para promover a adubação orgânica em substituição aos adubos químicos em hortaliças se faz necessário. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento e as trocas gasosas em plantas de jambu cultivadas com diferentes adubos orgânicos e comparados com uma fonte de adubo químico com concentrações de NPK equivalentes.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado em duas etapas, a primeira no período de agosto a novembro de 2020, para produção do composto orgânico, e a segunda de junho a setembro de



2021, referente ao cultivo do jambu. O experimento foi conduzido no viveiro localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema, considerando o ciclo de 90 dias para colheita do jambu.

O processo de compostagem foi preparado utilizando somente resíduos foliares obtidos das plantas mangueira (*Mangifera indica* L.), cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e bananeira (*Musa* spp.), provenientes de uma propriedade rural no município de Augusto Corrêa, Pará. Após a coleta dos resíduos foliares em diferentes estágios de senescência, os materiais foram triturados para acelerar o processo de decomposição e dispostos em composteiras produzidas a partir de baldes de margarina de 15 litros. As composteiras utilizadas foram adaptadas da metodologia utilizada por Matos et al. (2019), sendo preparados três baldes para receberem cada material vegetal específico, e três para receberem o chorume (Figura 1).



Figura 1. Resíduos foliares utilizados para produção do adubo orgânico - (A) folhas de mangueira, (B) folhas de cajueiro, (C) folhas de bananeira em diferentes estágios de senescência, (D) baldes utilizados como composteira.



O período de decomposição ocorreu em 119 dias, nos quais para assegurar a qualidade do composto, semanalmente cada material vegetal foi revolvido com a finalidade de garantir aeração. As condições de umidade, temperatura, presença ou ausência de chorume, e observações quanto a redução do volume e necessidade de água foram realizadas durante todo o processo (LIMA et al., 2017, MATOS et al., 2019).

Após a maturação dos compostos, amostras de cada material foram secas em estufa a 65°C, e posteriormente levadas para moagem em moinho de faca tipo Willye. As amostras foram encaminhadas ao laboratório da Embrapa Amazônia Oriental para quantificação da análise química dos macronutrientes N, P, K, de acordo com o procedimento descrito por Carmo et al. (2000), onde o Nitrogênio (N), foi quantificado por solubilização sulfúrica pelo método de Semi-micro Kjeldahl, o Fósforo (P) e Potássio (K) foram determinados por solubilização Nítrico-perclórica, pelo método de Espectrometria com amarelo de vanadato e Espectrometria de chama de emissão, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos (controle, adubo químico, mangueira, cajueiro e bananeira) e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em três fontes de adubação orgânica (mangueira, cajueiro, bananeira), e como fonte de adubação química, utilizou-se uma medida equivalente em g/kg de solo com nitrogênio (sulfato de amônio), fósforo (fosfato de cálcio) e potássio (cloreto de potássio), os quais foram calculados com base na análise média dos valores encontrados para os adubos orgânicos.

Para o cultivo do jambu foram utilizados vasos com capacidade de 2L, contendo 2,5 kg de terra preta peneirada, seguida de 100g de composto orgânico produzido pela composteira. Para o adubo químico, utilizou-se como referência os valores médios quantificados para os elementos NPK, conforme Tabela 1. Para tanto, foi produzido uma mistura de sais em medida equivalente a g/kg de solo, no qual se utilizou para Nitrogênio (7,96 g/Kg de sulfato de amônio), Fósforo (0,65 g/kg de fosfato de cálcio) e Potássio (7,05 g/kg de cloreto de potássio). O tratamento controle não houve adição de qualquer tipo de adubação.

A semeadura do jambu foi realizada em copos descartáveis com substrato comercial Vitaplan®, contendo 3 sementes em cada. Aos 22 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o transplante de duas mudas por vaso e aos 37 DAS ocorreu o desbaste das plantas que apresentavam menor desenvolvimento, permanecendo apenas uma planta por vaso. Durante





o período de realização do experimento, as plantas foram irrigadas diariamente 400 ml de água por vaso.

Aos 90 DAS as plantas de jambu foram colhidas e avaliadas quanto a biometria, índice de clorofila, trocas gasosas e parâmetros de fluorescência. Considerou-se para os parâmetros biométricos, altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, nervura central, botão floral, inflorescência e área foliar. Para estimar a área foliar, a qual foi determinada em  $\text{cm}^2$ , foram coletadas a terceira folha expandida do ramo principal de uma planta por tratamento. Para obtenção da imagem utilizou-se o programa Image J.

O índice de clorofila foi determinado com uso de clorofilômetro modelo SPAD 502 (Konica Minolta), em cada planta foram mensuradas duas folhas expandidas, adaptado de Sampaio et al. (2019), com duas leituras em cada folha. Para trocas gasosas e parâmetros fotoquímicos foram mensurados a taxa fotossintética ( $A$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência fotoquímica do fotossistema II ( $\Phi_{PSII}$ ), taxa de transporte de elétrons ( $J$ ) e dissipação não fotoquímica ( $NPQ$ ), no horário entre 09:00h e 11:00h da manhã (ARAGÃO et al., 2012), com o auxílio do Analisador de Gases por Infravermelho portátil IRGA (iFL, ADC), considerando o 4º par de folhas expandidas próximas ao ápice.

Para avaliação da massa fresca e seca, foram selecionadas aleatoriamente duas plantas de jambu de cada tratamento. Após a separação da parte aérea, as raízes foram lavadas para remoção do solo, em seguida as amostras foram conduzidas ao laboratório de solos da UFRA-Campus Capanema para procedimento de pesagem em balança de precisão. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa a  $70^\circ\text{C}$  por três dias, conforme descrito por Silveira et al., 2009, com adaptações na temperatura.

A análise química do solo foi determinada por meio da amostragem da mistura dos solos dos respectivos tratamentos utilizados para massa fresca e seca. As amostras foram armazenadas em sacos de papel e conduzidas para secagem em estufa a  $75^\circ\text{C}$  por três dias. Após esse período, as amostras foram peneiradas para retirada de impurezas, e enviadas ao laboratório da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram analisadas conforme estabelecido no Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes (SILVA, 2009).



Os resultados do experimento foram organizados no Office Excel<sup>®</sup> e posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey (5%) para comparação das médias utilizando o software *Assistat* versão 7.7.

## **Resultados e Discussão**

O resultado da análise química dos compostos orgânicos obtidos dos resíduos foliares de mangueira, cajueiro e bananeira apresentam valores de referências distintos para os macronutrientes N, P e K (Tabela 1). Esses achados refletem a capacidade aos diferentes status nutricionais momentâneos, estágios fenológicos dos tecidos vegetais, fertilidade do solo e a própria característica genética de cada espécie.

Observa-se que os compostos apresentam características nutricionais similares aos resultados encontrados por Guimarães et al. (2015) ao produzirem diferentes compostos com folhas de margaridão, mucuna-preta, coqueiro e andirobeira, na qual encontraram resultados satisfatórios para o teor de nutrientes presentes no composto orgânico, especialmente nas folhas de mucuna-preta e margaridão, as quais apresentaram teores elevados dos macronutrientes N e K.

Os resultados evidenciaram que os maiores valores em concentração dos três macronutrientes avaliados foi alcançada com o composto foliar de bananeira, no entanto, também é notável que o Alumínio (Al) está em maior concentração em comparação aos demais compostos. Altas concentrações podem estar relacionada a condição de solo na qual a espécie foi cultivada. Porém destaca-se que o alumínio pode ocasionar a redução do sistema radicular, que implica na captação de água e nutrientes indispensáveis para o desenvolvimento da planta, assim como na baixa absorção do P, ocasionando a possível deficiência desse elemento (FAQUIN, 2005).

Os adubos orgânicos são ricos em nutrientes, portanto são considerados um método eficiente no que corresponde ao aumento da fertilidade do solo, distribuição e absorção de nutrientes necessários às plantas, visto que essa prática auxilia nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SOUTO, 2016). No entanto, conforme aborda Neves et al. (2020), a prática de compostagem com resíduos foliares ainda são pouco estudadas em comparação a utilização de restos de alimentos ou esterco de animais.



Tabela 1. Características químicas dos adubos orgânicos resultantes da compostagem de resíduos foliares

Adbos orgânicos	N	P	K	Ca	Mg	Al	Na
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----						
Folhas de Mangueira	7,33	0,46	4,85	3,47	1,85	0,12	0,52
Folhas de Cajueiro	6,36	0,71	7,33	5,98	2,25	0,12	0,30
Folhas de Bananeira	10,19	0,75	8,97	5,11	3,82	0,37	0,27

Com relação às variáveis biométricas mensuradas, observa-se que na Tabela 2 as plantas de jambu são influenciadas positivamente com relação ao uso de adubos orgânicos. Para a variável altura da planta, estatisticamente, não há diferença entre os tratamentos contendo adubos orgânicos e adubo químico, evidenciando que, independentemente do adubo utilizado, as plantas apresentam bom desenvolvimento para a variável altura. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2021) ao utilizarem composto orgânico associado a casca e palha de alho, onde obtiveram resultados superiores para a altura das plantas de rúcula.

Quanto ao número de folhas, nervura central e diâmetro do caule observa-se que, entre os tratamentos os melhores resultados são obtidos nas plantas de jambu submetidas a adubação orgânica das folhas de cajueiro, já os demais tratamentos não diferem estatisticamente. Em experimento com hortaliças, Mu et al. (2020), avaliaram diferentes proporções de adubo orgânico em comparação com fertilizantes químicos no cultivo de rúcula e rabanete, e observaram que as plantas apresentaram maiores concentrações no rendimento e tamanho quando submetidas a altas concentrações de adubo orgânico. Do mesmo modo, Oliveira et al. (2010) encontraram resultados significativos para altura, número de folhas e diâmetro do caule em plantas de alface cultivadas com adubo orgânico. Os autores ainda destacam em seu estudo que, hortaliças folhosas respondem bem a adubação orgânica, apresentando melhores resultados, desenvolvimento e rendimento produtivo.

Analisando o número de botões florais e inflorescências das plantas de jambu, verifica-se que, o uso de adubos orgânicos e químico não apresentam diferenças estatísticas entre os tratamentos. No entanto, percebe-se um discreto aumento no número de inflorescências em relação ao uso de adubos orgânicos de folhas de cajueiro e bananeira. Segundo Gusmão e Gusmão (2013), dentre os macronutrientes, o P é o elemento encontrado em maiores



quantidades nas inflorescências. Entretanto, apesar de possuir importância econômica em virtude dos elevados teores de espilantol, pouco se sabe sobre as características nutricionais da mesma, e os trabalhos disponíveis na literatura abordam apenas que as inflorescências são influenciadas significativamente quando submetidas a adubações orgânicas e minerais (BORGES et al., 2014).

Tabela 2. Análise de variância dos parâmetros biométricos aos 90 dias, com adubos orgânicos (mangueira, cajueiro e bananeira) e uma fonte de adubo químico

Tratamentos	Altura da planta (cm) **	Número de folhas (un.) **	Nervura central (cm) **	Diâmetro do caule (mm) **	Botão floral (un.) **	Inflorescência (un.) **
Controle	13,60 c	44,4 d	0,6 c	3,62 c	1 c	-
Adubo Químico	31,06 ab	80,4 bc	8,33 b	6,12 b	5,2 ab	3,4 b
Mangueira	23,54 b	78,2 c	8,24 b	5,87 b	5,66 bc	4,25 b
Cajueiro	35,68 a	171,2 a	9,7 a	7,5 a	11,33 a	9,8 a
Bananeira	32,84 ab	108,8 b	8,29 b	6,19 b	7,2 ab	7,25 ab

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ).

Ao mensurar a área foliar aos 90 dias (Figura 2), nota-se que plantas submetidas ao adubo orgânico de cajueiro apresentam área máxima, com  $49,95 \text{ cm}^2$ , indicando um melhor desenvolvimento comparado aos demais tratamentos com adubos orgânicos das folhas de mangueira, bananeira e o adubo químico. Estimar a área foliar é de grande importância, principalmente, para a cultura do jambu, uma vez que, suas folhas são as mais utilizadas como ingredientes na alimentação humana.

Sob o ponto de vista fisiológico, determinar a área foliar é um aspecto importante para analisar a capacidade fotossintética da espécie, sendo os resultados dependente de fatores como tamanho, quantidade e estado de desenvolvimento que as folhas apresentam (BRITTO et al., 2011). No experimento, observa-se que o tratamento com adubo orgânico de folhas de cajueiro, além da maior área foliar, resultou em maior potencial fotossintético. Esses resultados são importantes para compreender outros processos fisiológicos das plantas, visto que a área foliar e o índice de clorofila são parâmetros que atuam em conjunto, principalmente na captação da energia luminosa (DORAIRAJ et al., 2020).

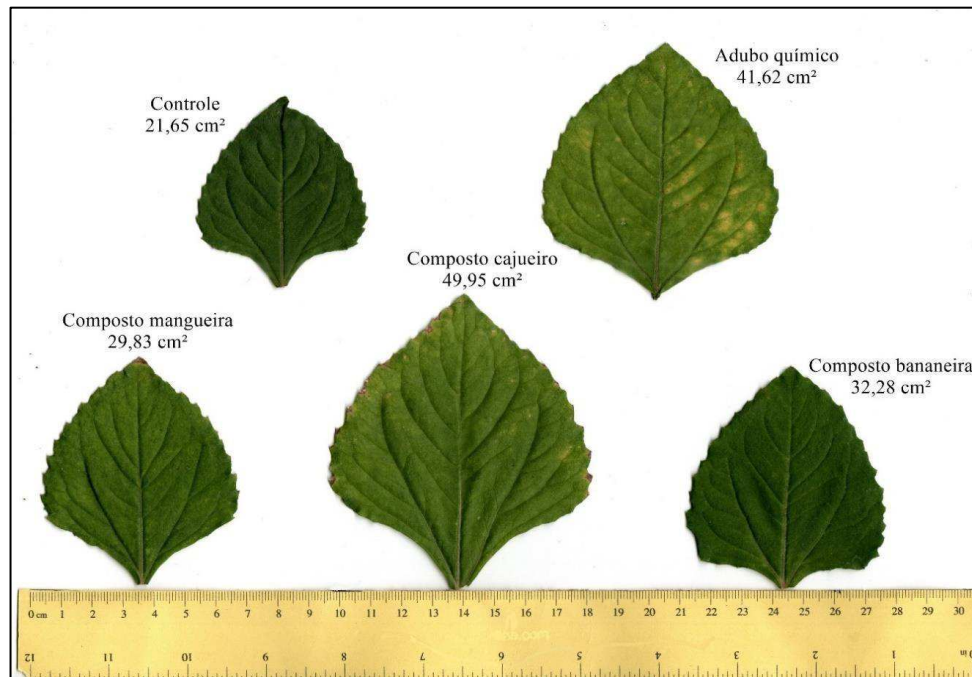


Figura 2. Área foliar aos 90 dias das folhas de jambu em função do uso de adubos orgânicos (mangueira, cajueiro e bananeira) e adubo químico.

Considerando a análise estatística para índice de clorofila no cultivo de jambu, os tratamentos com adubo orgânico de cajueiro, bananeira e adubo químico apresentam efeitos significativos, que corroboram com os demais resultados das variáveis biométricas para desenvolvimento e rendimento produtivo (Tabela 3). Porém, o tratamento submetido a adubação proveniente das folhas de mangueira expressa resultado inferior aos demais, o que se encontra relacionado a provável deficiência nutricional, principalmente do N, visto que o elemento em baixas concentrações provoca diversos danos à planta e afeta a quantidade de clorofila. Em outra percepção, as folhas de jambu sob adubação química apresentaram evidências visuais de clorose ao fim do ciclo de 90 dias, conforme pode ser observado na figura 2.

Ao investigar plantas de jambu sob omissões de N, Trindade et al. (2020) observaram que as hortaliças demonstraram diminuição no teor de clorofila, apresentando folhas verdes claras e amareladas, sendo caracterizadas com clorose. Para Matos et al. (2019), o N é o elemento mais importante, a deficiência provoca o comprometimento da expansão celular, redução da clorofila e fotossíntese, uma vez que, mais da metade do nitrogênio nas plantas é requerido para o aparato fotossintético. Nesse sentido, percebe-se que o índice de clorofila



está inteiramente associado à atividade fotossintética e conseqüentemente na produtividade vegetal, uma vez que a clorofila atua como principal pigmento fotossintético na absorção de luz solar.

Quanto aos parâmetros de trocas gasosas ( $A$ ,  $g_s$ ,  $E$ ) e parâmetros fotoquímicos de fluorescência ( $\Phi_{PSII}$ ,  $J$ ,  $NPQ$ ), os resultados expressam valores estatísticos semelhantes entre todos os tratamentos, incluindo o controle, indicando bom desempenho do mecanismo fotossintético nas plantas de jambu independente do adubo utilizado, não observando distinção entre o adubo de origem orgânica com o químico (Tabela 3). Segundo Peçanha (2017), a disponibilidade de nutrientes é uma das principais condições que influenciam no metabolismo das plantas, os quais podem determinar as rotas metabólicas e contribuir na produção de biomassa e óleos essenciais, ambos fatores importantes na cultura do jambu. Além disso, os processos de trocas gasosas são afetados tanto pela quantidade de nutrientes disponíveis no cultivo, como pela disponibilidade de água, luz e temperatura (TRINDADE et al., 2020).

Embora a taxa de fotossíntese em todos os tratamentos não diferirem, é importante salientar que as plantas controle apresentaram um desenvolvimento inferior aos demais tratamentos, conforme observado através dos parâmetros biométricos e, especialmente, para o número de folhas que foi significativamente inferior. Nesse sentido, nossos achados mostraram que as folhas das plantas controle desenvolveram-se lentamente comparadas com os demais tratamentos, mantendo-as fisiologicamente ativas por mais tempo na planta, justamente, por serem numericamente poucas, o que justifica a manutenção de taxas fotossintéticas equivalentes.

Para condutância estomática ( $g_s$ ), a análise de variância não apresentou diferença significativa, assim como para a transpiração ( $E$ ), independente da fonte de adubação aplicada. Conforme destaca Silva et al. (2011), parâmetros como fotossíntese, condutância estomática, transpiração e concentração interna de  $CO_2$  estão relacionados e juntos ajudam na identificação de alterações fisiológicas que podem ocorrer nas plantas quando expostas a baixas ou altas concentrações de nutrientes. Nesse sentido, observa-se que o jambu apresenta uma linearidade quanto as trocas gasosas, mantendo-se constante frente a mudanças nutricionais, mas com alterações em seu desenvolvimento final, que é perceptível para plantas não completaram o ciclo vegetativo e com isso apresentam menor distribuição de nutrientes para outras partes da planta como folhas novas e frutos.



A condutância estomática ( $g_s$ ) e transpiração ( $E$ ) são fatores dependentes da quantidade de água disponível para a cultura, pois esses processos ocorrem por meio da abertura e fechamento dos estômatos, que regulam as trocas gasosas com o meio, permitindo a absorção de  $CO_2$  e saída de água, necessários para a fotossíntese (TAIZ et al., 2017). No entanto, à medida que a condutância estomática diminui e a perda de água pelas folhas é reduzida pois os estômatos tendem a se fechar, a absorção de  $CO_2$  também se torna limitada, o que provoca redução da atividade fotossintética (ARAÚJO & DEMINICIS, 2009).

No que concerne aos dados fotoquímicos, o aparato fotossintético das plantas de jambu em todos os tratamentos demonstra bons resultados aos 90 dias, contudo, sem sofrer alterações significativas em função do tipo de adubação. Novamente, percebe-se que as plantas controle apresentaram um desenvolvimento inferior aos demais tratamentos, conforme observado através dos parâmetros biométricos, mas os mecanismos fotoquímicos ( $\Phi PSII$ ,  $J$ ,  $NPQ$ ) mantiveram-se em valores similares, o que pode ser associado a um ajuste no desenvolvimento para preservar as atividades fotosintéticas e a integridade do fotossistema II. Matos et al. (2019) destacam que, a eficiência fotoquímica do fotossistema II ( $\Phi PSII$ ) e a taxa de transporte de elétrons ( $J$ ) possuem papel fundamental na produção de fotossíntese, pois a captação de energia luminosa obtida por radiação solar é o elemento chave no processo fotossintético, e conseqüentemente na produtividade das culturas, favorecendo o crescimento e produção de biomassa.

Entretanto, de acordo com Araújo e Deminicis (2009), quando as plantas são expostas a altos níveis de luminosidade, elas podem sofrer alterações que interferem na atividade fotossintética e conseqüentemente limitam a produtividade. Neste sentido, ao observar os resultados para dissipação não fotoquímica ( $NPQ$ ), a qual deriva dos processos do  $\Phi PSII$  e  $J$ , nota-se que os maiores valores dentre todos os tratamentos são expressos para plantas cultivadas com adubo orgânico de cajueiro, com valor de 0,74, indicando que as plantas podem estarem no limite da capacidade fotossintética. Taiz et al. (2017) define que, a dissipação não fotoquímica ( $NPQ$ ) atua como chave reguladora quando há excesso de energia luminosa, onde a mesma tende a ser dissipada na forma de calor, com a finalidade de evitar danos ao aparato fotossintético.

Devido a elevação para  $NPQ$ , pode-se interpretar que por apresentarem melhor desenvolvimento pela produtividade foliar, o tratamento com adubo orgânico de cajueiro pode também ter acelerado seu ciclo, indicando que possíveis reduções nas taxas



foto-sintéticas seria provável, caso mais análises tivessem sido realizadas após os 90 dias de avaliação experimental, conforme observado também pela redução para *J*, que foi a menor com valor de 102,46.

Tabela 3. Análise de variância do índice de clorofila (*SPAD*), fotossíntese (*A*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), eficiência fotoquímica (*Phi PS II*), taxa de transporte de elétrons (*J*), dissipação não fotoquímica (*NPQ*) em plantas de jambu aos 90 dias, com adubos orgânicos (mangueira, cajueiro e bananeira) e uma fonte de adubo químico

Tratamentos	<i>SPAD</i>	<i>A</i> $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>gs</i> $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>E</i> $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Phi PS II</i>	<i>J</i>	<i>NPQ</i>
	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Controle	36,6 a	9,83 a	0,2 a	2,75 a	0,40 a	163,2 a	0,60 a
Adubo Químico	33,2 a	8,3 a	0,15 a	2,22 a	0,32 a	136,3 a	0,68 a
Mangueira	28,1 b	6,71 a	0,19 a	2,96 a	0,33 a	128,32 a	0,67 a
Cajueiro	30,1 a	6,67 a	0,24 a	2,47 a	0,26 a	102,46 a	0,74 a
Bananeira	34,5 a	7,33 a	0,16 a	2,99 a	0,35 a	141,23 a	0,65 a

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ) e ns: não significativo ( $p \geq .05$ ).

Considerando a massa fresca e seca da parte aérea, os valores encontrados apresentam-se estatisticamente diferentes entre os tratamentos com adubos orgânicos e adubo químico, sendo que os melhores índices são observados em plantas de jambu cultivadas com composto orgânico das folhas de cajueiro para ambas as medidas (Tabela 4). Para o parâmetro massa fresca e seca da raiz, os tratamentos com adubos orgânicos e químicos não apresentam efeitos significativos entre os resultados.

Correlacionando os resultados biométricos e de trocas gasosas, pode-se compreender os resultados obtidos para massa fresca e seca da parte aérea, onde as plantas de jambu cultivadas com adubo das folhas de cajueiro, apresentam valores superiores ao adubo químico. Os valores de massa fresca representam elevada importância, principalmente econômica, pois, ao final do cultivo, têm-se um produto mais atrativo (TONINI et al., 2020). Em relação às hortaliças, esses índices são significativos, pois as folhosas como o jambu são comercializadas preferencialmente os ramos e folhas, os quais são utilizados como componentes culinários (GUSMÃO & GUSMÃO, 2013). No tocante aos valores de massa seca,





observa-se que o resultado no presente trabalho possui relação direta com a disponibilidade de nutrientes ofertados à planta, os quais são necessários para que a mesma tenha um bom desempenho agrônômico.

Tabela 4. Análise de variância para o rendimento da biomassa fresca e seca das plantas de jambu aos 90 dias, com adubos orgânicos (mangueira, cajueiro e bananeira) e um fonte de adubo químico

Tratamentos	Massa fresca	Massa seca	Massa fresca	Massa seca
	Parte aérea	Parte aérea	Raiz	Raiz
	(g)			
Controle	0,01 c**	1,65 b**	0,005 ns	0,93 ns
Adubo Químico	0,028 c**	3,18 b**	0,010 ns	2,42 ns
Mangueira	0,028 c**	3,25 b**	0,008 ns	2,03 ns
Cajueiro	0,098 a**	9,78 a**	0,020 ns	5,88 ns
Bananeira	0,053 b**	4,06 b**	0,015 ns	3,66 ns
CV%	12,74	23,03	41,25	41,05

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ) e ns: não significativo ( $p \geq .05$ ).

Ao final do experimento de 90 dias, as plantas de jambu cultivadas com adubos orgânicos, apresentam alguns sintomas característicos de clorose nas folhas mais velhas (Figura 3). Essa condição está relacionada principalmente ao tempo de cultivo, como também, em razão da remobilização dos nutrientes para outras partes das plantas, sobretudo para folhas mais novas, flores e frutos (FAQUIN, 2005).



Figura 3. Plantas de jambu aos 90 dias, cultivadas nos diferentes adubos orgânicos e adubo químico. Con. (controle); A.Q. (adubo químico); Man. (mangueira); Ban. (bananeira); Caj. (cajueiro).

Com relação ao tratamento controle, nota-se que o crescimento e desenvolvimento é limitado, quando comparado aos demais tratamentos com adubos orgânicos e adubo químico, este resultado está relacionado ao fato das plantas de jambu necessitarem de grandes quantidades de nutrientes e matéria orgânica para completar o ciclo vegetativo, e na ausência de algum nutriente as plantas apresentam desenvolvimento reduzido. Entre os principais sintomas da carência dos macronutrientes NPK, estão a diminuição no crescimento, pouca expansão foliar, aparecimento de clorose nas folhas, senescência, baixa produção e absorção de água via transpiração (FAÇANHA et al., 2019).

Avaliando as características físicas do solo com referência para o acúmulo de matéria orgânica (M.O) e Carbono (C) ao final do ciclo de 90 dias, os tratamentos com adubos orgânicos mostram-se superiores quanto a deposição final, em relação ao tratamento com adubo químico (Tabela 5). Segundo Iwersen et al. (2017), a utilização do composto orgânico fornece acréscimo nos teores de nutrientes e matéria orgânica, melhorando a capacidade da estrutura do solo, além de proporcionar maior porosidade, retenção de água, aeração e o desenvolvimento eficiente das culturas. Além do mais, a matéria orgânica também atua como fonte de energia para microrganismos, contribui para a qualidade estrutural, redução da temperatura e conservação do teor de umidade no solo, além de favorecer o aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) (MALAVOLTA et al., 2002).



Entre os adubos orgânicos, os maiores valores para C e M.O são evidenciado pelo uso de adubo das folhas de bananeira com 16,11 e 27,78 k/kg, respectivamente. Em contrapartida, o tratamento com adubo químico não se apresenta eficiente e resulta em menores concentrações, abaixo inclusive do controle, evidenciando que ocorre rápido esgotamento nutricional, provavelmente pela liberação acelerada dos nutrientes, diferente do verificado para os adubos orgânicos.

Como descrito por Ecole et al. (2015), a compostagem é considerada uma excelente fonte de adubos devido a distribuição dos nutrientes de forma lenta e gradual, conferindo maior fertilidade do solo ao longo do tempo, além do mais, proporciona condições desejáveis ao solo e planta, ativando a vida microbiana, e conferindo maior resistência às plantas contra pragas e doenças.

Segundo Cunha et al. (2015), a concentração final de matéria orgânica no solo é um importante indicador da produtividade, visto que a M.O é considerada um parâmetro fundamental no que diz respeito à nutrição vegetal, sendo considerada uma fonte indispensável para o fornecimento dos nutrientes essenciais às plantas. Adicionalmente, a matéria orgânica também atua como fonte de energia para microrganismos, contribui para a qualidade estrutural, redução da temperatura e conservação do teor de umidade no solo, além de favorecer o aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) (MALAVOLTA et al., 2002).

Tabela 5. Características químicas do solo, dos tratamentos após o cultivo das plantas de jambu no ciclo de 90 dias

Amostras do solo	P	K	Na	C	M.O
	-----mg/kg-----			g/kg	
Controle	2,26	10,63	27,92	10,59	18,27
Adubo Químico	3,20	13,13	23,97	10,36	17,86
Mangueira	4,29	84,79	88,51	13,50	23,28
Cajueiro	9,90	81,25	65,07	12,38	21,36
Bananeira	8,37	207,50	46,36	16,11	27,78

## Conclusão

O uso de adubo orgânico proveniente dos resíduos foliares de cajueiro em relação ao adubo químico proporcionou melhor desenvolvimento das variáveis biométricas para plantas de jambu aos 90 dias, o qual favoreceu maior número de folhas, nervura central,



diâmetro do caule e, principalmente, área foliar. As trocas gasosas ( $A$ ,  $g_s$ ,  $E$ ) e os parâmetros fotoquímicos ( $PhiPSII$ ,  $J$  e  $NPQ$ ) não foram influenciadas quanto ao uso dos diferentes adubos orgânicos e adubo químico.

Dentre os diferentes adubos orgânicos, os provenientes das folhas de cajueiro e bananeira promoveram maior produtividade de biomassa fresca e seca da parte aérea. Quanto a disponibilidade de carbono e matéria orgânica no solo ao final do experimento, o adubo das folhas de bananeira proporcionou os maiores valores.

Portanto, com base nos resultados, o uso de adubos orgânicos obtidos por compostagem de resíduos foliares torna-se uma excelente alternativa como fonte de nutrientes para a cultura do jambu, em substituição ao uso de adubo químico.

## Referências

- ARAGÃO, R. M.; SILVA, E. N.; VIEIRA, C. F.; SILVEIRA, J. A. G. High supply of  $NO_3^-$  mitigates salinity effects through an enhancement in the efficiency of photosystem II and  $CO_2$  assimilation in *Jatropha curcas* plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.34, n.6, p.2135-2143, 2012.
- ARAÚJO, J. M.; CUNHA, H. P. S.; CASAIS, L. K. N.; AVIZ, R. O.; PONCE, F. S.; NUNES, K. N. M.; ARAÚJO, L. A.; BORGES, L. S. Curva de absorção de nutrientes em jambu (*spilanthus oleracea* l.), cultivado em sistema hidropônico. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.5, p.553-564, 2021.
- ARAUJO, J. V. F.; FERREIRA, R. I. B.; MARTINS, D. C.; BALLARIS, A. DE L. Utilização de doses de composto orgânico a base de palha e casca de alho no desenvolvimento da cultura de rucula. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.9, p.91439–91450, 2021.
- ARAÚJO, S. A. DO C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da Fotossíntese. *Revista Brasileira de Biociências*, v.7, n.4, p.463-472, 2009.
- BORGES, L. DA S.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciada pela adubação orgânica e mineral. *Bioscience Journal*, v.30, n.6, p.1768-1778, 2014.
- BRITTO, C. H. DE; SILVEIRA, D. L.; BRANDÃO, A. M.; GOMES, L. S.; LOPES, M. T. G. Redução de área foliar em milho em região tropical no Brasil e os efeitos em caracteres agrônômicos. *Interciencia*, v.36, n.4, p.291-295, 2011.



- CARMO C. A. F. DE S.; ARAÚJO, W. S. DE; BERNARDI, A. C. DE C. SALDANHA, M. F. C. Métodos de Análise de Tecidos Vegetais utilizados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000, 41p.
- CUNHA, T. J. F.; MENDES, M. A. S.; GIONGO, V. Matéria Orgânica do Solo. In: NUNES, R. R.; REZENDE, M. O. O. (Org.). Recurso solo: propriedades e usos. São Carlos: Cubo, 2015. Cap. 9, p.273-293.
- DORAIRAJ, D.; ISMAIL, M. R.; SINNIH, U. R.; TAN, K. B. Silicon mediated improvement in agronomic traits, physiological parameters and fiber content in *Oryza sativa*. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.42, n.38, p.1-11, 2020.
- ECOLE, C. C.; MALIA, H. A. E.; SOUZA, R. B. DE; RESENDE, F. V. Compostagem e adubos orgânicos. In: HABER, L. L.; CARVALHO, C. E.; BOWER, W.; RESENDE, F. V. Horticultura em Moçambique: características, tecnologias de produção e de pós-colheitas. Brasília: Embrapa, 2015. Cap.8, p.93-99.
- FAÇANHA, A. R.; CANELLAS, L. P.; DOBBS, L. B. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. Guanabara: Koogan, 2019. Cap.2, p.35-49.
- FAQUIN, V. Exigências nutricionais e funções dos nutrientes. In: FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas. Lavras: UFLA/FAEPE. Cap. 3, p.140-152.
- FAQUIN, V. Elementos uteis e elementos tóxicos. In: FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas. Lavras: UFLA/FAEPE. Cap. 4, p.73-139.
- FAVORETO, R.; GILBERT, B. *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen (Asteraceae) – Jambu. *Revista Fitos*, v.5, n.1, p.83-91, 2010.
- GUIMARÃES, T. DOS R.; LOURENÇO, J. N. DE R.; GUIMARÃES, R. DOS R.; MEIRELLES, A. C.; LOURENÇO, F. DE S. Compostagem orgânica com materiais de origem vegetal, na Amazônia Central. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 9, 2015, Belém. Resumos... Belém: Cadernos de Agroecologia, 2015.
- GUSMÃO, M. T. A. DE; GUSMÃO, S. A. L. DE. Jambu da Amazônia (*Acmella oleracea* [(L) R. K. Jansen]): características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico. Belém: Editora EdUFRA, 2013. 135p.
- IWERSSEN, J. C.; PINHEIRO, S. S. C.; PERIN, L.; SANTOS, J. D. DE; DALMORA, E.; GUSMÃO FILHO, J. D. Compostagem - transformando matéria orgânica em adubo. In: Congresso Latino Americano de Agroecologia, 6, Congresso Brasileiro de Agroecologia, 10, Seminário de



Agroecologia do Distrito Federal e Entorno, 5, 2017, Brasília. Anais... Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018.

LIMA, L. C.; FIA, R.; RIBEIRO, A. G. C.; HASHIZUME, B. M.; SOARES, R. A. Qualidade do composto gerado no tratamento de resíduos sólidos de restaurante e diferentes resíduos orgânicos. Revista Engenharia na Agricultura, v.25, n.5, p.407-416, 2017.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos e Adubações. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MATOS, F. S.; BORGES, L. P.; AMARO, C. L.; OLIVEIRA, D. B. DE; CARMO, M. S. DO; TORRES JÚNIOR, H. D. Folha Seca: Introdução à Fisiologia Vegetal. 1.ed. Curitiba: Appris, 2019. 189p.

MATOS, J. C. C. T. DE; BRITTO, V.; FRANCO, L. DE A. N.; QUEIROZ, T. DA C.; SANTOS, L. C. DOS. III-216- Compostagem simplificada: experiência em um prédio público federal. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30, 2019. Natal. Anais... Natal: ABES, 2019.

MU, D.; HAWKS, J.; DIAZ, A. Impacts on vegetable yields, nutrient contents and soil fertility in a community garden with different compost amendments. AIMS Environmental Science, v.7, n.4, p.350-365, 2020.

NEVES, A. C.; COSTA, P. DA; RIBAS, N. G.; MOL, M. P. G. Análise da viabilidade de mini composteiras como método alternativo de descarte de folhas em locais de pequena geração de resíduos orgânicos. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, v.13, n.2, p.251-262, 2020.

OLIVEIRA, E. Q. DE; SOUZA, R. J. DE; CRUZ, M. DO C. M. DA; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. Horticultura Brasileira, v.28, n.1, p.36-40, 2010.

PRADO, R. DE M. Introdução à nutrição de plantas. In: PRADO, R. DE M. Nutrição de plantas. São Paulo: Editora UNESP, 2008. Cap. 1, p.7-46.

PEÇANHA, D. A. Deficiência de nutrientes minerais em *Acmella oleracea*: teores minerais, sintomas visuais, espilantol e compostos fenólicos. 69f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2017.

RONDANELLI, M.; FOSSARI, F.; VECCHIO, V.; BRASCHI, V.; RIVA, A.; ALLEGRINI, P.; PETRANGOLINI, G.; IANNELLO, G.; FALIVA, M. A.; PERONI, G.; NICHETTI, M.; GASPARRI, C.; SPADACCINI, D.; INFANTINO, V.; MUSTAFA, S.; ALALWAN, T.; PERNA, S. *Acmella oleracea* for pain management. Fitoterapia, v.140, n.104419, p.1-23, 2019.



SAMPAIO, I. M. G.; SILVA JÚNIOR, M. L. DA; BITTENCOURT, R. F. P. DE M.; LEMOS NETO, H. DE S.; SOUZA, D. L. DE; NUNES, F. K. M.; SILVA, L. C. DA; FIGUEIREDO, S. P. R. Sintomas de deficiências nutricionais e produção de massa seca em plantas de jambu (*Acmella oleracea*) submetidas as omissões de nutrientes. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.12, p.31549-31563, 2019.

SANTOS, C. P. DOS; NINA, M. M.; ROCHA, S. F. DA; LIMA, R. A. A importância da utilização da espécie *Acmella oleracea* L. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.7, n.4, p.481-485, 2019.

SAYARA, T.; BASHEER-SALIMIA, R.; HAWAMDE, F.; SÁNCHEZ, A. Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost Application in Agriculture. *Agronomy*, v.10, n.1838, p.1-23, 2020.

SILVA, F. O. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA, I. F.; SILVA, R. D. L.; BORGES, L. S.; CASAIS, L. K. N.; LIMA, M. S. S.; NUNES, K. N. M.; PEREIRA JUNIOR, A. S.; MEDEIROS, M. B. C. L. Teor de clorofila e produtividade do jambu sob cultivo hidropônico e solo em diferentes períodos. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.4, p.386-394, 2020.

SILVA, M. DO C.; PEREIRA, F. H. F.; SARMENTO, A. L. R.; MEDEIROS, J. E. DE; LACERDA, F. H. D. Fontes de esterco e concentração de nutrientes na solução nutritiva em alface cultivada em solo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.6, n.4, p.41-49, 2011.

SILVEIRA, J. A. G.; ARAÚJO, S. A. M.; LIMA, J.P.M.S.; VIÉGAS, R.A. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex nummularia*. *Environment and Experimental Botany*. V.66, n.1, 2009.

SOUTO, C. G. Desempenho agrônômico e acúmulo de nutrientes pela planta de jambu. 47f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Balanço Hídrico das Plantas. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 4, p.99-118.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Nutrição Mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 5, p.119-142.



TONINI, W. C. T.; SANTOS, A. F.; TONINI, R. M. C. W. Compostagem como alternativa para aumento da produtividade de hortaliças. *Revista Sertão Sustentável*, v.2, n.1, p.69-74, 2020.

TRINDADE, P. S. DA C.; OLIVEIRA FILHO, A. D. DE; FARIAS, E. DE S.; SANTOS, P. A. DOS, SENA, W. DE L. Avaliação da produção de fitomassa e sintomas de deficiência na cultura do jambu [*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen] cultivado sob omissão de macronutrientes e ferro. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v.3, n.3, p.1555-1571, 2020.






## **Capítulo III**

# **POTENCIAL DE EXPANSÃO DA IRRIGAÇÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA DA REGIÃO DO MÉDIO CURSO DO RIO PARAÍBA**


**Paulo Roberto Megna Francisco**

Doutorando em Eng. de Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5062-5434>


**Viviane Farias Silva**

Dra. Profa. Associada, UFCG, Patos-PB, viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>


**George do Nascimento Ribeiro**

Dr. Prof. Associado, CDSA, UFCG, Sumé-PB, george@ufcg.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0003-4225-0967>


**Djail Santos**

Dr. Prof. Titular, UFPB, Areia-PB, santosdjail@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2207-3115>


**Gypson Dutra Junqueira Ayres**

Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, fgypsond@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1959-1424>


**José Crispiniano Feitosa Filho**

Phd. Prof. Associado IV, DSER, CCA, UFPB, jcfeitosafilho@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/1161881618455980>

**Raimundo Calixto Martins Rodrigues**

Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, calixto\_80@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8437-7857>



## **Introdução**

O Estado da Paraíba tem como características climáticas marcantes, as irregularidades, tanto espacial quanto temporal, do seu regime de chuvas. Essas condições climáticas interferem diretamente na produção de alimentos, fazendo com que haja a necessidade de se aumentar a produção e produtividade das culturas (MENEZES et al., 2010; GUEDES FILHO et al., 2010).

O uso da irrigação viabiliza a produção agrícola especialmente em áreas áridas e semiáridas, como no caso do Nordeste brasileiro, onde a escassez hídrica representa uma séria limitação para o desenvolvimento socioeconômico, que se traduz em baixos níveis de renda e padrões insatisfatórios de nutrição, saúde e saneamento de parcela representativa da sua população (AMARAL, 2005).

O uso da água em agricultura irrigada no Nordeste brasileiro tem ocorrido desde a pequena propriedade agrícola, com alguns poucos hectares, até a propriedade agrícola empresarial (BASSOI et al., 2017). O dimensionamento dos recursos naturais é fundamental para qualquer projeto de desenvolvimento. No caso particular de um projeto voltado para a atividade hidroagrícola a importância desse recurso é ainda maior, principalmente sob o aspecto qualitativo (PARAÍBA, 1978).

A irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas. Embora possa apresentar excelentes resultados de forma isolada, essa prática é geralmente implementada em meio a outras melhorias no pacote tecnológico do produtor rural, ou seja, tende a ser acompanhada ou antecedida por aperfeiçoamentos em outros insumos, serviços, máquinas e implementos – melhorias que em conjunto resultam em diversos benefícios (ANA, 2021).

Especialistas estimam que, no Brasil, existem cerca de 110 milhões de hectares de solos aptos para expansão e desenvolvimento anual de agricultura em bases sustentáveis e pelos estudos desenvolvidos pelo Ministério do Meio Ambiente citado por Christofidis (2013), o Estado da Paraíba apresenta 36.400 hectares com potencial, dados validados pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2017).

Globalmente, a produtividade obtida com a prática da agricultura irrigada é 2,7 vezes maior do que a obtida pela agricultura tradicional de sequeiro, que é dependente das irregularidades das chuvas. A estimativa de potencial para acréscimo na área mundial dominada por sistemas de irrigação, que atualmente é de 304 milhões de hectares, é cerca de



180 milhões de hectares se considerarem a possibilidade de incorporação das áreas potenciais brasileiras para desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada, que representam um adicional, à atual área irrigada, com cerca de 25 milhões de hectares (CHRISTOFIDIS, 2013).

Atualmente a Agência Nacional de Águas desenvolveu o Atlas de Irrigação (ANA, 2021), visando suprir a carência de informações sobre a agricultura irrigada, bem como disponibilizar novos dados secundários, contudo sua limitação se dá devido a escala de trabalho de 1:2.500.000 a nível nacional.

A maioria das áreas irrigadas da superfície terrestre, desde as mais áridas às mais frias, é divisível em bacias hidrográficas. Conforme Barrow (1998), a bacia hidrográfica tem sido usada para manejo e planejamento desde 1930, e muitas formas de manejo e planejamento de desenvolvimento tem sido aplicados em várias partes do mundo. A bacia hidrográfica é uma ótima unidade para estudo e planejamento integrado em recursos naturais renováveis, conceituando como uma unidade física bem caracterizada, referindo-se a uma área de terra drenada por um determinado curso de água e limitada, perifericamente, pelo divisor de água (VALENTE, 1974).

Com o advento da informática, o uso de geotecnologias, do Sistema de Informações Geográficas, a evolução dos sistemas computacionais para estudos de análise ambiental, tem proporcionado excelentes resultados no processo de automação da maioria dos trabalhos executados de forma convencional e tem permitido o processamento de um grande volume de informações relevantes para tomadas de decisão (CARVALHO et al., 2009; CÂMARA & MEDEIROS, 1996; FERNANDES et al., 1998). Neste contexto, o sistema de informação geográfica é uma tecnologia que abrange cada vez mais projetos ambientais, sendo um agente facilitador na tomada de decisão (FRANCISCO et al., 2011).

Portanto, este trabalho objetiva elaborar o mapeamento do potencial de expansão da irrigação na região do médio curso do rio Paraíba utilizando geotecnologias.

## **Material e Métodos**

A área de estudo compreende a região do médio curso do rio Paraíba com área de 379.406,37 ha localizada no Estado da Paraíba, considerada a 6ª maior bacia (Figura 1), com uma população de 506.734 habitantes, composta total e/ou parcialmente pelos municípios de Aroeiras, Alcantil, Barra de Santana, Boa Vista, Boqueirão, Barra de São Miguel, Caturité,



Campina Grande, Fagundes, Gado Bravo, Itatuba, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Santa Cecília e Umbuzeiro.

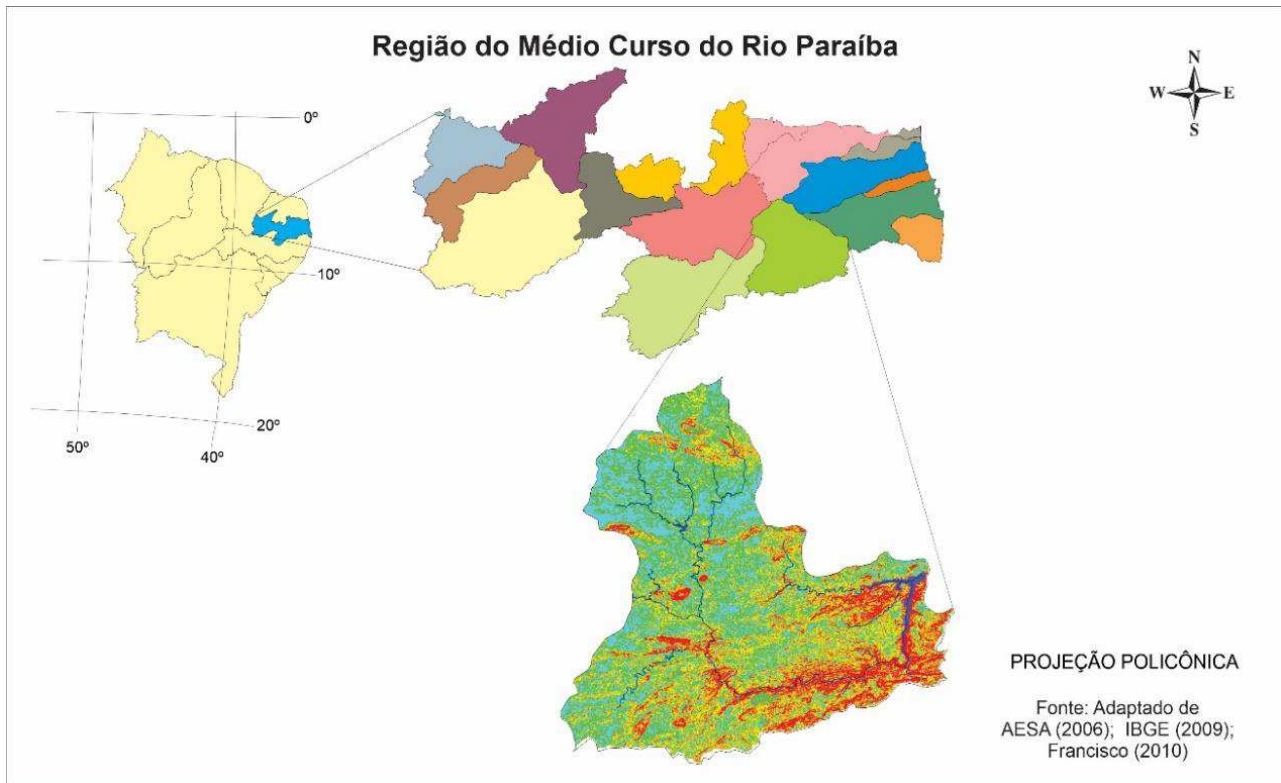


Figura 1. Localização da área de estudo e declividade.

Fonte: Adaptado de Francisco (2010); PARAÍBA (2006); IBGE (2009).

Conforme Francisco (2010), a área de estudo engloba a encosta oriental do Planalto da Borborema, porção leste da bacia, com o clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' - Tropical Quente e Úmido com chuvas de outono-inverno. Nesta região as chuvas são formadas pelas massas atlânticas trazidas pelos ventos alísios de sudeste, e a altitude de 600 m nos pontos mais elevados dos contrafortes do Planalto. A precipitação decresce do litoral para o interior da região ( $600 \text{ mm.ano}^{-1}$ ) devido, principalmente, a depressão do relevo (Figura 2). Na porção oeste da bacia, o clima é do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente, abaixo de  $600 \text{ mm.ano}^{-1}$ , e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 a 700m).

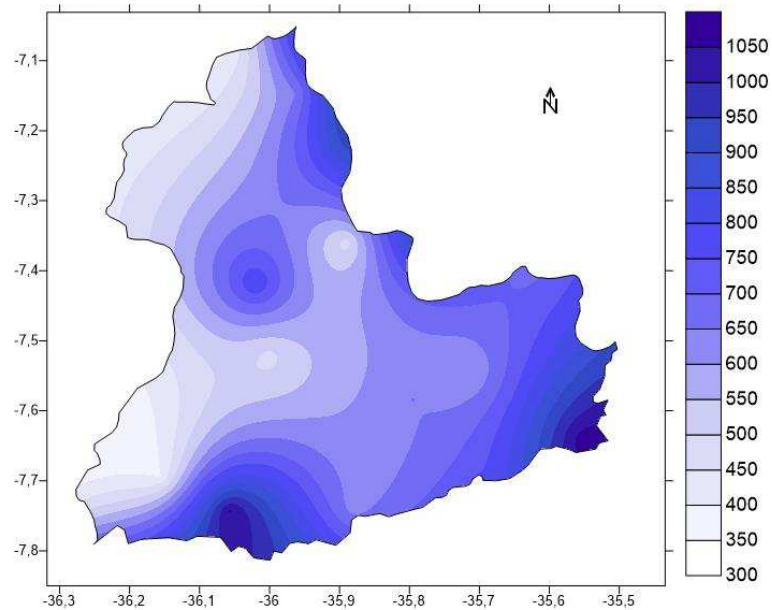


Figura 2. Pluviosidade média anual. Fonte: adaptado de Francisco e Santos (2017).

De acordo com Francisco (2010) a vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila. Os solos predominantes na área de estudo, conforme PARAÍBA (1978) são os Brunos Não Cálcicos e os solos Litólicos Eutróficos, distribuídos por toda a área da bacia, como também os Vertisols, com maior ocorrência no centro da bacia, mais próximos ao Açude Epitácio Pessoa, e os Solonetz Solodizado na região de Campina Grande, estes reclassificados para o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos por Campos e Queiroz (2006) como Luvisolos Crômicos órtico típico, Neossolos Litólicos Eutróficos típico, e como Vertissolo Cromado Órtico típico, Planossolo Nátrico Órtico típico, respectivamente (Figura 3).

Para mapear e identificar as áreas foi utilizada um arquivo digital disponibilizado pelo MapBiomas (2021) das áreas rurais identificadas no cadastro rural, de assentamentos rurais, áreas de quilombolas, indígenas e de reserva florestal, oficializados pelas devidas instituições. As áreas urbanas foram identificadas através de um arquivo digital disponibilizado pela Geoinfo das áreas urbanas do Brasil (EMBRAPA, 2015). Os arquivos digitais foram importados ao SIG SPRING 5.5 e após classificados e calculadas as respectivas áreas, sendo elaborado um mapa.

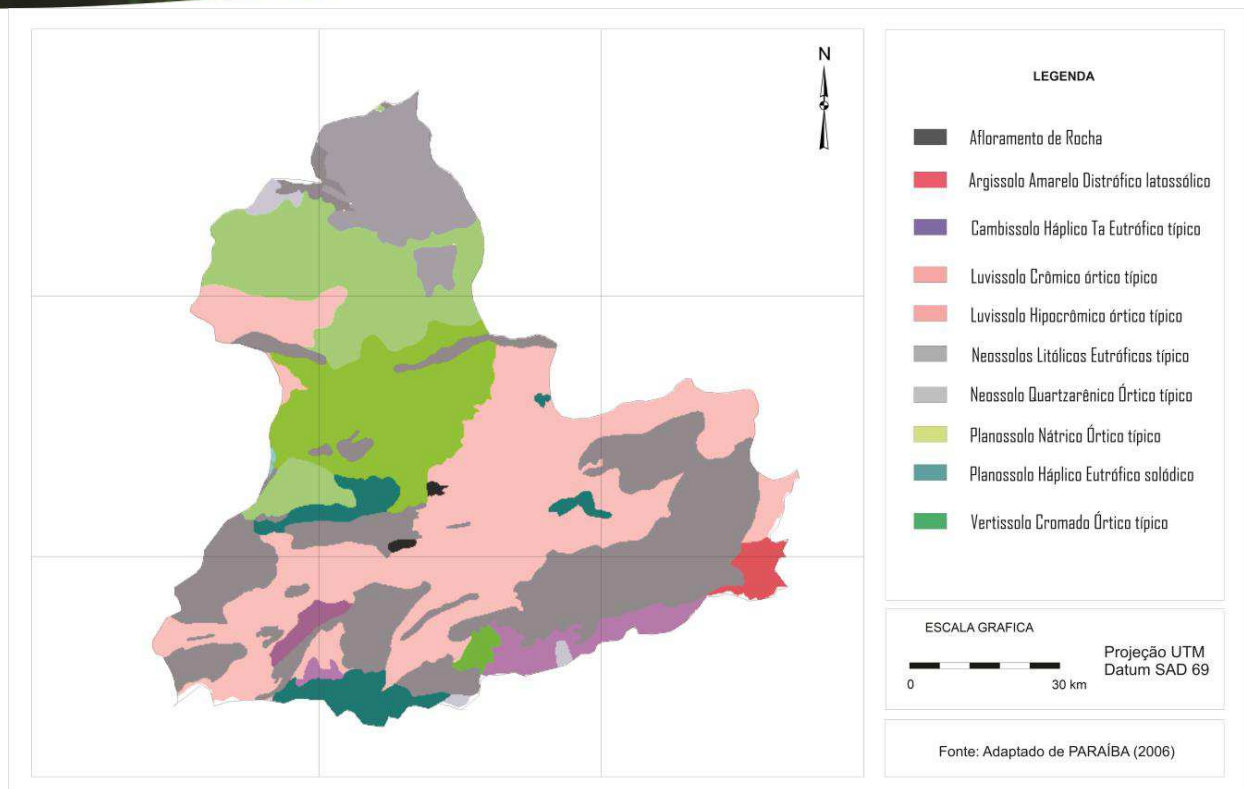


Figura 3. Mapa de solos da área de estudo. Fonte: adaptado de PARAÍBA (2006).

Para classificar e mapear as áreas irrigadas dos municípios da bacia foi obtido dados do Censo Agropecuário disponibilizado pelo IBGE (2021) de estabelecimentos agrícolas e suas áreas irrigadas, e após importado ao SIG SPRING 5.5 onde foi classificado e elaborado um mapa e calculado suas áreas. As classes de áreas irrigadas em hectares (ha) adotada foram: Sem irrigação; 1-50; 50-100; 100-150; 150-200; 200-250; 250-300; 300-350; 350-400; e 400-450.

Na classificação da área irrigada e fertirrigada atual e da área adicional irrigável para os municípios da bacia foram utilizados dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2021) e com o uso de planilha eletrônica foi realizada a classificação. As classes adotadas em hectares (ha) foram: Sem irrigação; 1-100; 100-1000; 1000-2000; 2000-3500; 3500-5000; e 5000-10000. Para a elaboração dos mapas foi utilizado o SIG SPRING 5.5 e realizado os cálculos das áreas.

## Resultados e Discussão

As áreas agrícolas identificadas e mapeadas apresentam área total de 81.301,68 ha representando 21,42% da área (Figura 4), distribuídas por toda a bacia. Observa-se que



15.665,75 ha são áreas de assentamentos e 65.635,93 ha são áreas agrícolas com 4.299 polígonos identificados. Observa-se que as áreas urbanas apresentam um total de 7.292,78 hectares distribuído por toda a bacia.

São identificados nove assentamentos rurais regularizados no INCRA SR-18 denominados Vitória, José Antônio EufRASino, Pequeno Richard, Venâncio Tomé de Sousa ambos localizados no município de Campina Grande; o assentamento Novo Campo localizado em Alcantil e em Riacho de Santo Antônio; Trincheira do Carnoió em Boqueirão; Cachoeira Grande nos municípios de Fagundes e Aroeiras; Serra do Monte em Boqueirão e em Boa Vista; e José Jovem em Boa Vista.

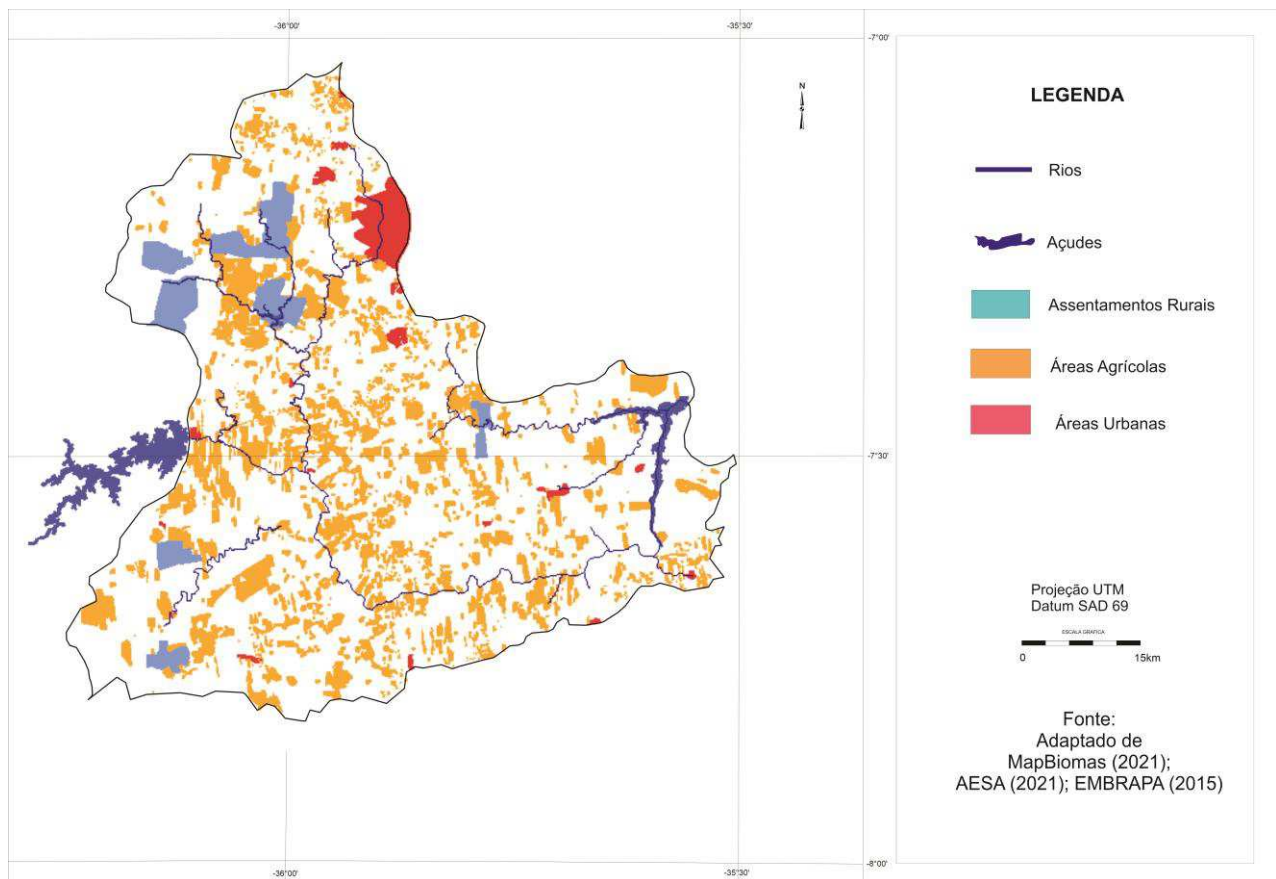


Figura 4. Distribuição das áreas agrícolas e urbanas.

Fonte: adaptado de MapBiomias (2021); AESA (2021); EMBRAPA (2015).

Observa-se que os assentamentos rurais localizados ao norte da bacia, em torno do município de Campina Grande (Figura 5) estão próximos às drenagens do rio Bodocongó que é intermitente. De acordo com Magalhães et al. (2002), o rio Bodocongó apresenta 50 km de extensão, passa pelos municípios de Puxinanã, Campina Grande, Queimadas e Caturité, até



desembocar no rio Paraíba, em Barra de Santana, e conforme os autores estas águas são impróprias para irrigação irrestrita.



Figura 5. Consórcio de milho e feijão em Campina Grande. Fonte: PMCG (2021).

À oeste da bacia, no exutório do açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, na drenagem, seguindo o rio Paraíba, observa-se uma maior concentração de áreas produtivas nesta região. Ao longo do rio Paraíba há uma diminuição das áreas agrícolas, devido ao clima e/ou tipos de solos com menor aptidão à irrigação. Estes dependem da pluviosidade que ocorre na bacia para produção agrícola, viabilizando o uso da irrigação somente aos proprietários que armazenam água em açudes, barragens e/ou outros sistemas de armazenamento para uso posterior na irrigação.

Conforme Sousa et al. (2003), a produção agrícola é fortemente influenciada pelas condições edafoclimáticas do local e tem sido um dos principais fatores limitantes da produção. E dependendo da disponibilidade e da qualidade dos solos, a capacidade produtiva do setor agrícola pode ser ainda mais limitante.

Entre os municípios de Fagundes e Aroeiras, ao leste da bacia, localiza-se o assentamento Cachoeira Grande (Figura 6), região de transição com pluviosidade entre 600 a 700mm, com áreas produtivas, mas com pouco ou nenhum uso da irrigação.





Figura 6. Assentamento Cachoeira Grande.

Em relação ao uso da irrigação nas áreas declaradas de 345.622 ha, observa-se um total de 1.702 ha representando somente 0,49% do total (Tabela 1). O município de Queimadas, localizado próximo ao açude de Epitácio Pessoa, região de entrada do rio Paraíba na bacia, apresenta 436 hectares, seguido por Natuba, localizado próximo a saída da bacia no açude Acauã com 315 ha, em seguida apresenta-se Campina Grande com 296 ha, Caturité, Boqueirão e Barra de São Miguel com 148, 144 e 119 hectares, respectivamente (Figura 7).

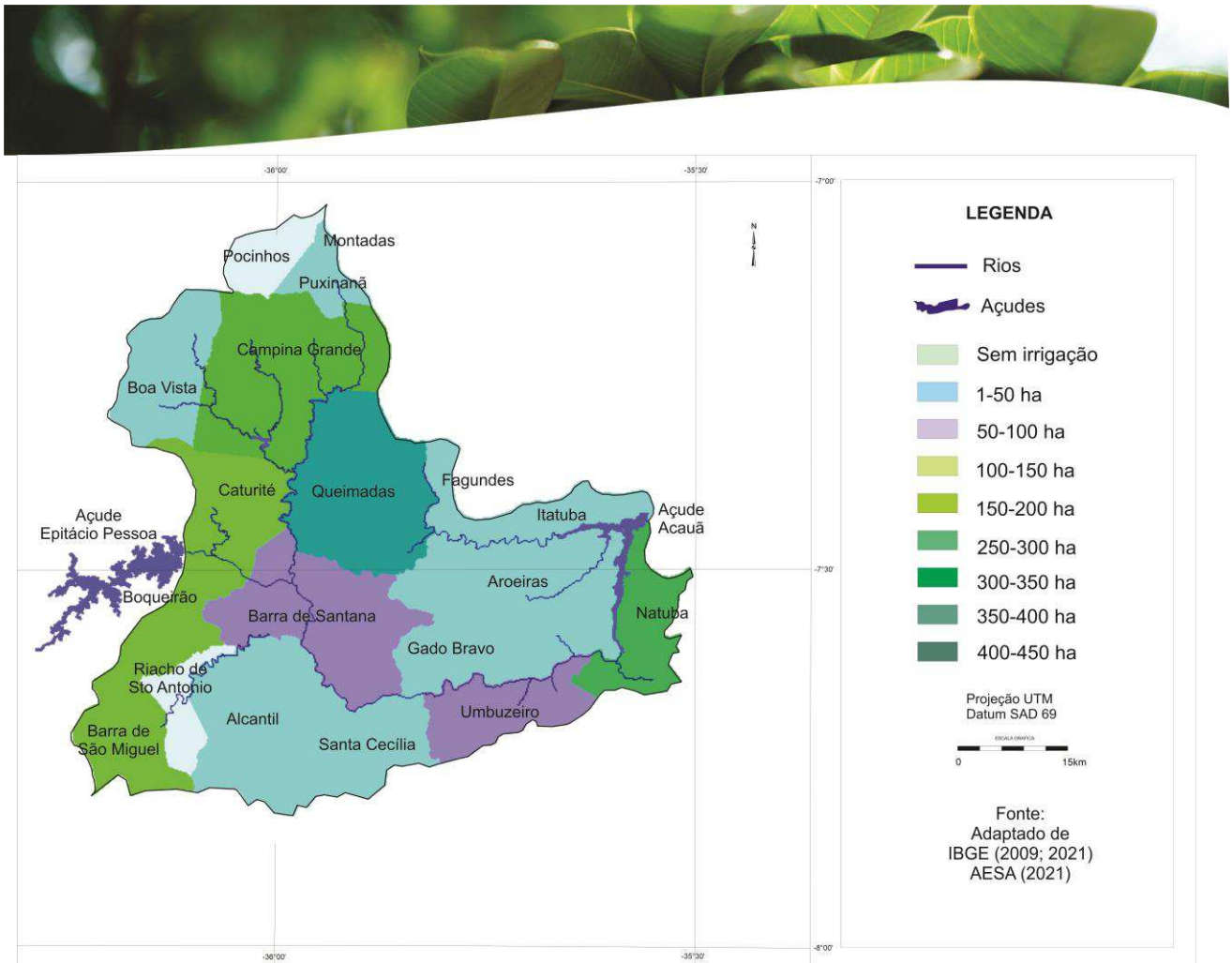


Figura 7. Área irrigada declarada. Fonte: adaptado de IBGE (2009; 2021); AESA (2021).

Para as áreas do município de Queimadas, PARAÍBA (1980) relata que, toda a extensão deste município é considerada efetivamente irrigável, e que está condicionada as transferências hídricas feitas pelos municípios de Puxinanã, Campina Grande e Pocinhos. Com solos de alta fertilidade, mas com limitações severas a irrigação quanto à permeabilidade e moderada a severa quanto à drenagem.

Segundo Moreira e Targino (1997), a área irrigada representava no ano de 1980 apenas 0,4% da área dos estabelecimentos rurais existentes no Estado (PARAÍBA, 1980). Valores similares encontrados de 0,49% do total da bacia em estudo. Observa-se que, após 37 anos a área irrigada apresenta aumento de somente 2%, valor pouco expressivo em relação à área da bacia.



Tabela 1. Área irrigada declarada

Município	Área dos estabelecimentos	Área irrigada	Município	Área Total
	hectares (ha)	%	%	
Aroeiras	17.977	10	0,056	0,003
Alcantil	19.393	5	0,026	0,001
Barra de Santana	25.174	54	0,215	0,016
Boa Vista	34.597	35	0,101	0,010
Boqueirão	24.658	144	0,584	0,042
Barra de São Miguel	33.723	119	0,353	0,034
Campina Grande	28.722	296	1,031	0,086
Caturité	9.186	148	1,611	0,043
Fagundes	9.429	16	0,170	0,005
Gado Bravo	11.904	2	0,017	0,001
Itatuba	21.908	23	0,105	0,007
Montadas	2.140	2	0,093	0,001
Natuba	3.985	315	7,905	0,091
Queimadas	25.641	436	1,700	0,126
Pocinhos	43.679	-	-	-
Puxinanã	4.116	16	0,389	0,005
Riacho de Sto. Antônio	7.652	-	-	-
Sta. Cecília	13.669	6	0,044	0,002
Umbuzeiro	8.069	75	0,929	0,022
<b>Total</b>	<b>345.622</b>	<b>1.702</b>		<b>0,492</b>

Fonte: adaptada de IBGE (2017).

Araújo (2010) identificou no entorno do açude Epitácio Pessoa que, 52,2% dos agricultores utilizavam a irrigação de forma regular, independente da proibição, 32,2% não usavam, e 15,6% usavam ocasionalmente.

De acordo com EMBRAPA (2012), a irrigação é uma prática típica de sistemas intensivos de produção agrícola que requer, para a sustentabilidade do agronegócio, de assistência técnica especializada, de forma a garantir boas produtividades, minimização da degradação ambiental e garantia de comercialização do produto.

Conforme os dados obtidos e mapeados, observa-se na Figura 8 que, a classe de 1-100 apresenta 48.734,64 ha onde constam os municípios de Queimadas e Itatuba.

As áreas do município de Itatuba são compostas pelos Luvisolos Crômicos Órtico típico, conforme Cavalcante et al. (2005), que no caso de utilização agrícola, faz-se necessária, principalmente, a escolha de áreas de menor declividade, tomando algumas medidas como o



controle da erosão. No município de Queimadas, estas áreas são compostas pelos Vertissolos, que são solos muito susceptíveis à salinização. São facilmente erodíveis e em alguns locais são muito rasos e não se prestam para irrigação. Apesar de a fertilidade ser alta, de um modo geral, estes solos possuem baixos teores de matéria orgânica e nitrogênio. A principal limitação ao uso agrícola dos mesmos é a falta d'água, que é muito forte, em face do clima ter um longo período seco, com forte evaporação.

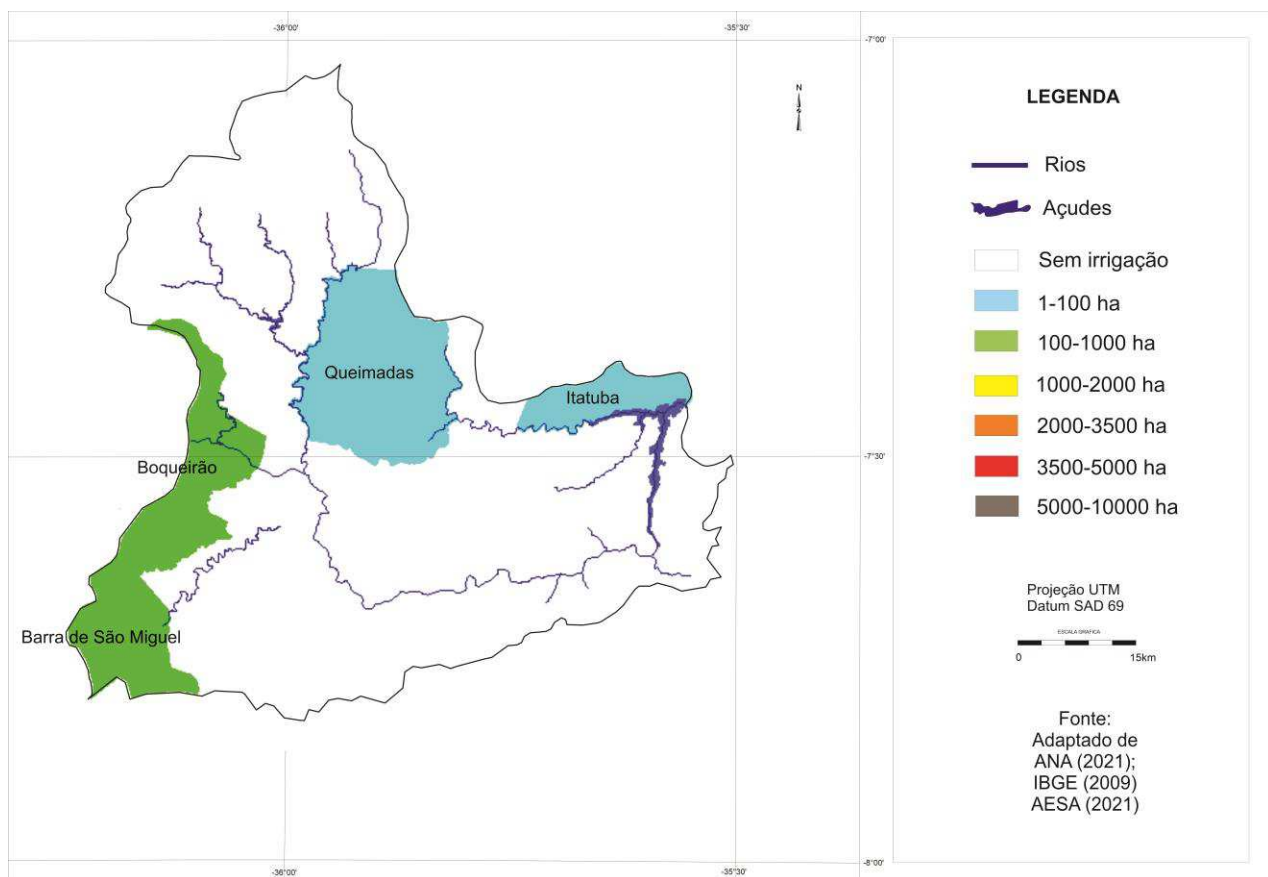


Figura 8. Área irrigada da bacia.

Fonte: Adaptado de ANA (2021); IBGE (2009); AESA (2021).

Na classe de irrigação atual de 100-1.000 apresenta 37.508,24 ha onde constam os municípios de Boqueirão e Barra de São Miguel, isto devido a localização próxima do Açude Epitácio Pessoa e a disponibilidade maior de água, e de acordo com Francisco et al. (2021) mesmo apresentando em sua maioria terras aráveis de uso especial para a irrigação. Neste caso a irrigação apresenta-se ainda incipiente, portanto, com possibilidade de aumento de área com uso de irrigação.



De acordo com ANA (2021), a área irrigada com água de mananciais é mais relevante na Paraíba em 6,0%. Conforme EMBRAPA (1994), para utilização dessas terras para a irrigação, implicam numa rigorosa seleção de áreas, e na adoção de práticas conservacionistas. São compostas pelos Luvissole Crômico Órtico típico (TCo), Neossolos Litólicos Eutróficos típico (RLe), Planossolo Nátrico Órtico típico (SNo) e pelos Vertissolo Cromado Órtico típico (VCo) (CAMPOS & QUEIROZ, 2006). Para o Luvissole, Cunha et al. (2008) recomenda que a irrigação, quando necessária, deve ser utilizada nas áreas dos solos menos rasos e de relevo plano a suave ondulado.

Na Figura 9, no mapa de potencial de expansão de adicional irrigável, observa-se um total de adicional de 136.527,88 ha. Conforme PARAÍBA (2006), estas incluem as terras inadequadas para irrigação convencional, mas de acordo com ANA (2021), passíveis de expansão para a irrigação.

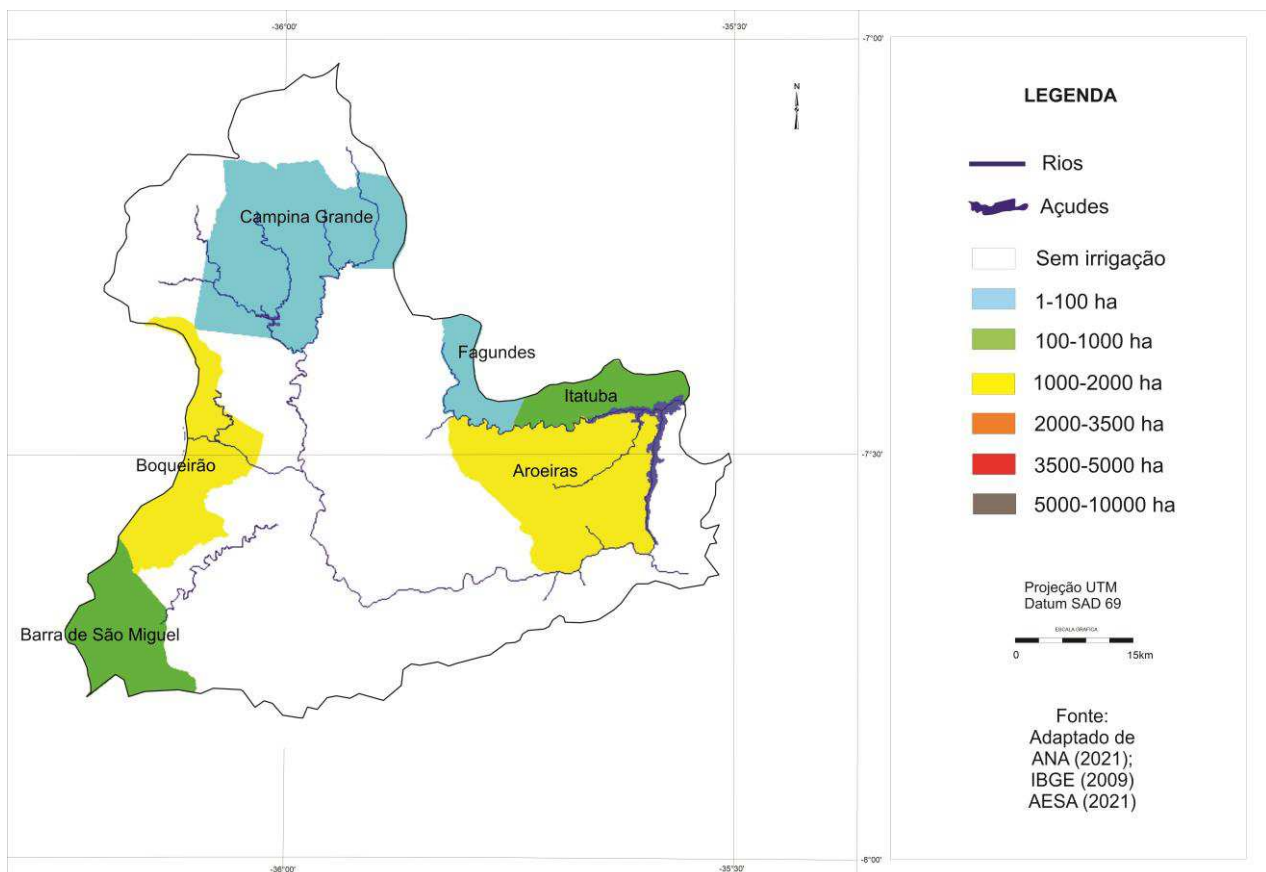


Figura 7. Potencial de expansão de adicional irrigável da área de estudo.

Fonte: Adaptado de ANA (2021); IBGE (2009); AESA (2021).



Na classe de 1-100 do potencial de expansão de adicional irrigável, apresenta uma área de 50.984,69 ha localizados nos municípios de Campina Grande e Fagundes representado pelo Luvissole Crômico Órtico típico (TCo) e pelo Planossolo Nátrico Órtico típico (SNo). Sá e Angelotti (2009) afirmam que, os Luvissoles Crômicos (TCo) e Hipocrômicos (TPo), órticos e típicos, ou com caráter litólico, vértico ou planossólico, são solos particularmente susceptíveis a erosão.

A classe de potencial de expansão para a irrigação de 100-1.000 apresenta área de 27.216,47 ha distribuídos nos municípios de Itatuba e Barra de São Miguel e estão representados pelos Luvissole Hipocrômico Órtico típico (TPo) e Neossolos Litólicos Eutróficos típico (RLe).

De acordo com Cavalcante et al. (2005), os Neossolos apresentam baixas condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações fortes existentes, provocadas pelo relevo forte ondulado, pedregosidade, rochiosidade 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. Francisco (2010) comenta que os Neossolos Litólicos são solos mais rasos, pedregosos e rochosos, associado a Afloramentos de Rochas, predominantes em área de relevo forte ondulado e montanhoso ao sul, acompanhando a calha do rio Paraíba.

Os municípios de Boqueirão e Aroeiras, identificados na classe de 1.000-2.000, ambos respectivamente, com terras próximas aos açudes de Epitácio Pessoa e de Acauã, localizados próximos a drenagem do rio Paraíba, apresentam uma área de 58.326,69 ha. Estas terras compõem-se pelo Luvissole Hipocrômico Órtico típico (TPo), Neossolos Litólicos Eutróficos típico (RLe), Planossolo Háptico Eutrófico solódico (SXe) e pelo Vertissolo Cromado Órtico típico (VCo).

Para as áreas do município de Boqueirão, PARAÍBA (1980) relata que, somente 850 ha são considerados efetivamente irrigáveis, face a disponibilidade hídrica da área, pois a maior parte se localiza na periferia do açude público de Epitácio Pessoa, onde já existe considerável experiência de agricultura irrigada, mas sabendo-se que os solos da área são de baixa permeabilidade, impõem-se a necessidade da participação técnica, visando o controle do processo de salinização.

Comparando-se os resultados de áreas declaradas dos dados provindos do IBGE com os dados provindos da ANA de irrigação atual e potencial de expansão, observa-se que ocorre



discrepância com os dados da ANA, onde quase todos os municípios com áreas declaradas irrigadas, com exceção de Pocinhos e Riacho de Santo Antônio, no mapa de uso atual, somente é representado por Boqueirão, Barra de São Miguel, Itatuba e Queimadas. O município de Campina Grande com 296 ha irrigados não está representado e o município de Queimadas está representado com somente até 100 ha, mas nos dados do IBGE constam 436 ha declarados.

Quanto à expansão da irrigação, o município de Aroeiras com áreas distribuídas no braço norte do açude Acauã, apresenta potencial de expansão, mas o sistema de irrigação deverá ser implantado com cautela, pois estas áreas estão sob os Luvisolos e os Neossolos. De acordo com Cavalcante et al. (2005), os Neossolos apresentam baixas condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações fortes existentes, provocadas pelo relevo forte ondulado, pedregosidade, rochiosidade e reduzida profundidade dos solos. Para os Luvisolos, os mesmos autores afirmam que, no caso de utilização agrícola, faz-se necessária, principalmente, a escolha de áreas de menor declividade, tomando algumas medidas como controle da erosão. Estas recomendações são sugeridas também aos municípios de Fagundes e Itatuba quanto ao potencial de expansão, localizados sob os Luvisolos.

Quanto ao município de Boqueirão, a expansão da irrigação recomendado pela ANA, estando estas áreas sob Vertissolo Cromado Órtico típico e Planossolo Nátrico Órtico típico, observa-se a necessidade de controle, que conforme Cavalcante et al. (2005), devido à forte susceptibilidade a erosão, grande pedregosidade e pequena profundidade dos solos e pelos elevados teores em sódio trocável e más condições físicas nos horizontes subsuperficiais, principalmente do Bt podendo ser inaptos para agricultura irrigada.

BRASIL (1978) preconiza para o melhoramento, algumas práticas de manejo que favorecem a umidade disponível das terras com o uso do mulching, uso de cobertura morta, plantio em faixas, construção de cordões, terraços, ajuste do plantio à época de chuvas e a seleção de culturas adaptadas à falta de água.

Christofidis (2013) afirma que, na região Nordeste, houve a expansão da área atendida com sistemas de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) de 55,2 mil hectares, em 1996, para uma superfície da ordem de 103 mil hectares, em 2006. ANA (2021) observa que o potencial de instalação da irrigação (total e efetivo) deve ser analisado com cautela, sendo útil para o planejamento geral, os zoneamentos e o monitoramento do setor.



De acordo com ANA (2021), o Estado da Paraíba apresenta somente um potencial efetivo de área adicional irrigável de 0,03%. Essa projeção indica a incorporação dessas áreas disponíveis utilizando-se os métodos mais eficientes no uso da água – irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) e a aspersão por pivô central – deverão ser responsáveis por cerca de 75% desse crescimento, com destaque para a fruticultura. Numa previsão de horizonte para 2040 é prevista uma maior participação dos pivôs centrais e da irrigação localizada (concentrada na tipologia outras culturas e sistemas) nas demandas da agricultura irrigada.

### **Conclusão**

Foram identificadas áreas irrigadas e fertirrigadas atual nos municípios de Boqueirão, Queimadas, Itatuba e Barra de São Miguel, e áreas de expansão adicional irrigável nos municípios de Boqueirão e Aroeiras, localizados próximos a drenagem do rio Paraíba devido a localização próxima do Açude Epitácio Pessoa e Acauã.

As áreas agrícolas identificadas e mapeadas apresentaram área total de 81.301,68 ha (21,42%) dos 345.622 ha referentes aos estabelecimentos produtivos. Constatou-se que não houve crescimento de área irrigada na bacia entre os anos de 1980 e 2017.

As áreas irrigadas se concentram no rio Bodocongó e seus contribuintes até o município de Barra de Santana no encontro com o rio Paraíba proveniente de Boqueirão, e após diminuindo as áreas irrigadas, se concentrando novamente em Natuba próximo ao açude Acauã.

No potencial de expansão de irrigação indicado, deve-se levar em conta os fatores limitantes dos solos, devendo ser recomendado o uso de práticas conservacionistas.

### **Referências Bibliográficas**

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/relatorioHidrologico\\_Anual\\_2008\\_2009.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/relatorioHidrologico_Anual_2008_2009.pdf)>. Acesso em: 22/08/2021.





AMARAL, F. C. S. DO. Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na Região Semi-Árida. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 218p. Convênio Embrapa Solos/CODEVASF.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. 2. ed. Brasília: ANA, 2021. 130p.

ANA. Agência Nacional de Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: 2017. 86p.

ARAÚJO, L. E. DE. Climatologia e vulnerabilidade socioeconômica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Paraíba – estudo de caso do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão). 119f. Tese (Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2010.

BARROW, C. J. River basin development planning and management: critical review. *World Development*, v.26, n.1, p.171-186, 1998.

BASSOI, L. H.; GONDIM, R. S.; RESENDE, R. S.; ANDRADE JUNIOR, A. S. DE. A Agricultura Irrigada no Nordeste do Brasil: estado da arte, desafios e oportunidades. (Org.) RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, A. F. O Estado da Arte da Agricultura Irrigada no Brasil: desafios e oportunidades. ANA. Brasília, DF: 2017. 328p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. Aptidão Agrícola das terras da Paraíba. Brasília, BINAGRI, 1978. 92p. (Estudos básicos para o planejamento agrícola; Aptidão Agrícola das terras, 3).

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. DE. Geoprocessamento para projetos ambientais. INPE. São José dos Campos, 1996b. 39p.

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.

CARVALHO, C. C. N.; ROCHA, W. F.; UCHA, J. M. Mapa digital de solos: uma proposta metodológica usando inferência fuzzy. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.1, p.46-55, 2009.

CAVALCANTE, F. DE 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*, v.4, n.8, p.1-10, 2005.

CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. *Revista de Política Agrícola*, v.22, n.1, p.115-127, 2013.



CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil. 1999. Brasília, ANEEL, SIH, MMA, SRH, MME, 1999. 334p.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. CAVALCANTI, A. C. Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 60p. (Embrapa Semi- Árido. Documentos, 211).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido CPTSA. Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento – UEP Recife. Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste. (Org.) CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAUJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R. Brasília, 1994. 41p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Geoinfo. Áreas Urbanas no Brasil em 2015. Disponível em: [http://geoinfo.cnpem.br/layers/geonode%3Aareas\\_urbanas\\_br\\_15](http://geoinfo.cnpem.br/layers/geonode%3Aareas_urbanas_br_15). Acesso em: 11 de novembro de 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n. 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012b. 71p.

FERNANDES, M. F.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. DA. O uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola das terras de parte do setor leste da bacia do Rio Seridó, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.2, p.195-198, 1998.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. Climatologia do Estado da Paraíba. 1ª ed. EDUFCG: Campina Grande, 2017. 75p.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; SILVA, V. F. S.; RIBEIRO, G. DO N.; DANTAS NETO, J. Irrigação atual e potencial de expansão em região semiárida-Paraíba-Brasil. In: Água: uso racional e sustentável. (Org.) FRANCISCO, P. R. M.; DANTAS NETO, J. Campina Grande: EPTEC, 2021. 113p.



GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COSTA FILHO, J. F.; FRANCISCO, P. R. M.; CAMPOS, V. B. Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Areia, Paraíba. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.5, n.1, p.37-47, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 7 de novembro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 20/10/2021.

MAGALHÃES, N. F.; CEBALLOS, B. S. O. DE; NUNES, A. B. DE A.; GHEYI, H. R.; KONIG, A. Principais impactos nas margens do Baixo Rio Bodocongó-PB, decorrentes da irrigação com águas poluídas com esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.128-135, 2002.

MAPBIOMAS. Mapbiomas 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. DE; LIMA, R. A. F. DE A. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.2, p.181-186, 2010.

MOREIRA, E; TARGINO, I. Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba. João Pessoa: Ed. Universitária, 1997.

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CEPA-PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eleto Consult Ltda. 1978. 448p.

PARAÍBA. Governo da Paraíba. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral Fundação Instituto de Planejamento - FIPLAN. Potencial e irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba. 1980. 287p.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

PMCG. Prefeitura Municipal de Campina Grande. 2021. Disponível em: <https://campinagrande.pb.gov.br/producao-agricola-cultivo-consorciado-entre-algodao-e-graos-recebe-adesao-de-agricultores-da-zona-rural-de-campina-grande/>. Acesso em: 15 de dezembro de 2021.



SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no semiárido brasileiro. In: Mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro. EMBRAPA/CPATSA, Petrolina-PE. 53-76p. 2008.

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

VALENTE, O. F. Manejo de bacias hidrográficas. Brasil Florestal, v.5, n.18, p.14-22, 1974.




## **Capítulo IV**

# **GEOTECNOLOGIAS APLICADA NA AVALIAÇÃO E MAPEAMENTO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA IRRIGADA DO FEIJÃO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L) EM BACIA HIDROGRÁFICA**


**Paulo Roberto Megna Francisco**

Doutorando em Eng. de Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-5062-5434>


**Viviane Farias Silva**

Dra. Profa. Associada, UFCG, Patos-PB, viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0002-5891-0328>


**Djail Santos**

Dr. Prof. Titular, UFPB, Areia-PB, santosdjail@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-2207-3115>


**George do Nascimento Ribeiro**

Dr. Prof. Associado, CDSA, UFCG, Sumé-PB, george@ufcg.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0003-4225-0967>


**Gypson Dutra Junqueira Ayres**

Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, fgypsond@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-1959-1424>


**José Crispiniano Feitosa Filho**

Phd. Prof. Associado IV, DSER, CCA, UFPB, jcfeitosafilho@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/1161881618455980>

**Raimundo Calixto Martins Rodrigues**

Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, calixto\_80@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8437-7857>



## **Introdução**

O Brasil é o segundo produtor mundial de feijão do gênero *Phaseolus* e o primeiro na espécie *Phaseolus vulgaris* L. (IBGE, 2010). O Brasil tem ocupado nos últimos anos, o primeiro lugar na produção e consumo mundial de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (FAO, 2010). De acordo com Bonett et al. (2006), o feijão é cultivado em praticamente todos os Estados brasileiros, nas diferentes épocas de semeadura e mais variadas condições edafoclimáticas. O feijão é uma das principais culturas de subsistência da região Nordeste do Brasil, integrando a dieta das populações de baixa renda que residem na zona rural (FREIRE FILHO et al., 2005).

O ciclo vegetativo do feijoeiro varia entre 75 e 110 dias, dependendo da latitude e altitude (KLUTHCOUSKI et al., 2009). De acordo com Moreira et al. (1988), o consumo de água pelo feijoeiro depende do estágio de desenvolvimento, das condições do solo, época de cultivo e das condições climáticas durante todo o ciclo. Conforme Doorenbos e Kassam (1979) a necessidade de água do feijoeiro com ciclo de 60 a 120 dias, varia entre 300 a 500mm para obtenção de alta produtividade.

O clima é um fator essencial no planejamento agropecuário de uma região. Sua caracterização através do estudo de parâmetros climáticos reveste-se de uma importância ainda maior, quando se deseja incrementar a produtividade agrícola, principalmente em áreas do contexto semiárido nordestino (PARÁIBA, 1980).

A agricultura é uma atividade econômica dependente, em grande parte, do meio físico. Uma região apresenta várias sub-regiões com distintas condições de solo e clima e, portanto, com distintas aptidões para produzir diferentes bens agrícolas (GLERIANI, 2000).

As classificações técnicas, também chamadas de interpretativas, são caracterizadas por utilizarem um pequeno número de atributos para separar os indivíduos em classes e atenderem a um determinado objetivo. No caso para o uso e manejo das terras, esta consiste da previsão do comportamento dos solos, sob manejos específicos e sob certas condições ambientais (STEELE, 1967, apud PEREIRA & LOMBARDI NETO, 2004). É, normalmente, baseada em interpretação de estudos básicos (levantamentos taxonômicos) de solos (CAMARGO et al., 1987; EMBRAPA, 2006).

De acordo com Sampaio et al. (2011), nas últimas décadas, a irrigação tem desempenhado papel indispensável ao incremento da produtividade de culturas básicas, possibilitando o desenvolvimento econômico de muitas regiões, e ao mesmo tempo incorporando novas áreas ao processo produtivo.



A Paraíba possui uma porção significativa de seu território inserida em ambiente semiárido. Nestas condições, o uso da irrigação se desponta como uma importante tecnologia para aumentar a produção e diversidade de culturas agrícolas. Contudo, para o desenvolvimento de uma agricultura irrigada sustentável requer a disponibilidade de terras com características favoráveis a essa prática.

Neste contexto, o sistema de informação geográfica é uma tecnologia que abrange cada vez mais projetos ambientais, sendo um agente facilitador na tomada de decisão (FRANCISCO et al., 2011). Uma das principais vantagens do SIG para planejamento é poder registrar dados, ou conjunto de dados, agrupados por tema, em diferentes planos de informações (PIs). Neste caso, os dados podem ser sobrepostos ou combinados, podendo gerar novos planos de informações. Esta estratégia possibilita a obtenção de uma infinidade de combinações e comparações entre diferentes alternativas de ação (CÂMARA et al., 2000).

Portanto, este trabalho objetiva realizar para a bacia hidrográfica da região do médio curso rio Paraíba, avaliar e mapear o potencial da produção agrícola irrigada do feijão comum utilizando geotecnologias.

## **Material e Métodos**

A área de estudo compreende a região do médio curso do rio Paraíba com área de 379.406,37 ha localizada no Estado da Paraíba, considerada a 6ª maior bacia (Figura 1), composta total e/ou parcialmente pelos municípios de Aroeiras, Alcantil, Barra de Santana, Boa Vista, Boqueirão, Barra de São Miguel, Caturité, Campina Grande, Fagundes, Gado Bravo, Itatuba, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Santa Cecília e Umbuzeiro.

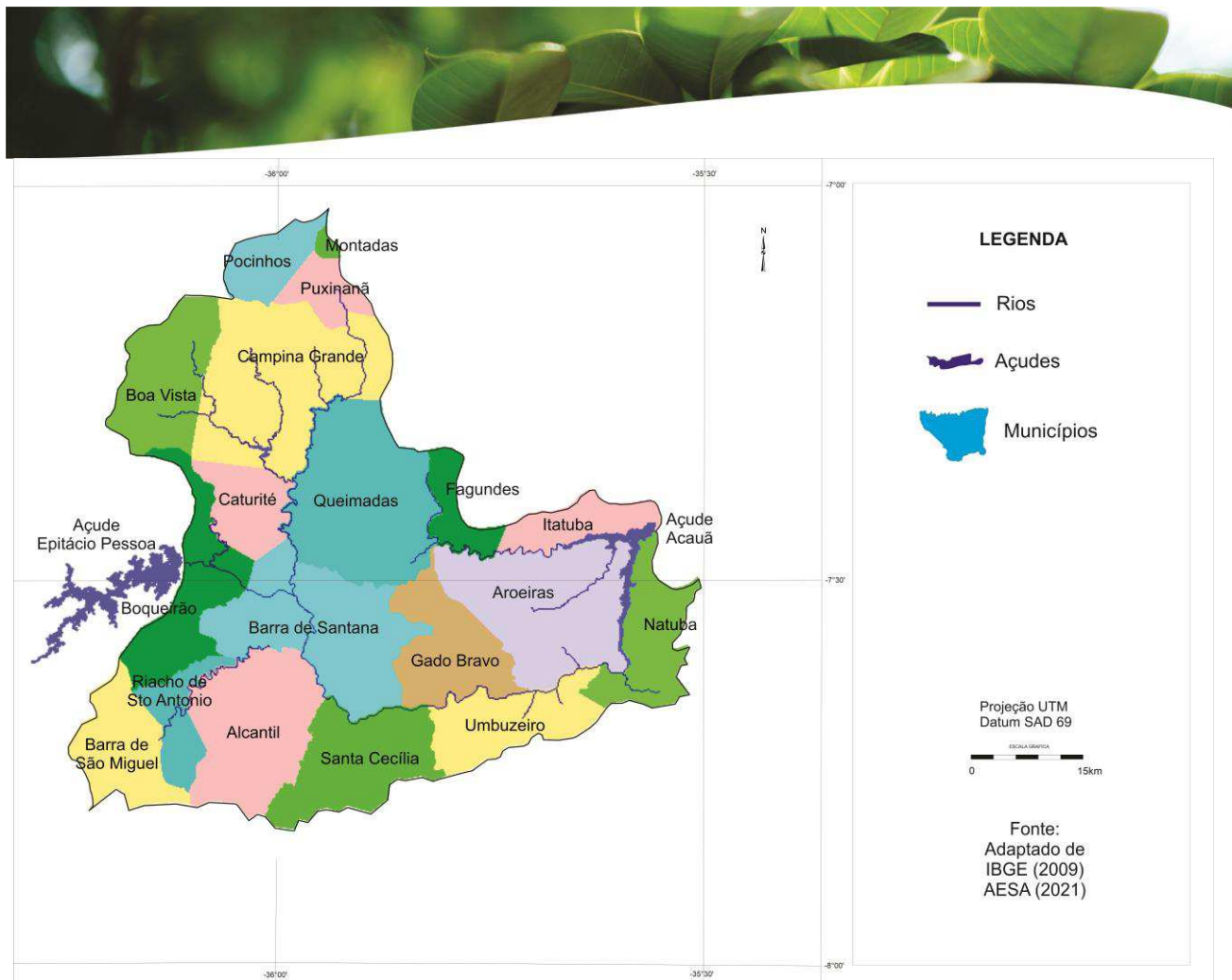


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: adaptado de IBGE (2009); AESA (2021).

Conforme Francisco (2010), a área de estudo engloba a encosta oriental do Planalto da Borborema, porção leste da bacia, com o clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' - Tropical Quente e Úmido com chuvas de outono-inverno. Nesta região as chuvas são formadas pelas massas atlânticas trazidas pelos ventos alísios de sudeste, e a altitude de 600 m nos pontos mais elevados dos contrafortes do Planalto. A precipitação decresce do litoral para o interior da região (600 mm.ano<sup>-1</sup>) devido, principalmente, a depressão do relevo. Na porção oeste da bacia, o clima é do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente, abaixo de 600 mm.ano<sup>-1</sup>, e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 a 700m).

A vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila (FRANCISCO, 2010). Os solos predominantes na área de estudo, conforme PARAÍBA (1978) são os Brunos Não Cálcicos e os solos Litólicos Eutróficos, distribuídos por toda a área da bacia, como também os Vertisols, com maior ocorrência no centro da bacia, mais próximos ao Açude Epitácio Pessoa, e os Solonetz Solodizado na região de Campina Grande, estes reclassificados para o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos por Campos e Queiroz





(2006) como Luvisolos Crômicos órtico típico, Neossolos Litólicos Eutróficos típico, e como Vertissolo Cromado Órtico típico, Planossolo Nátrico Órtico típico, respectivamente (Figura 2).

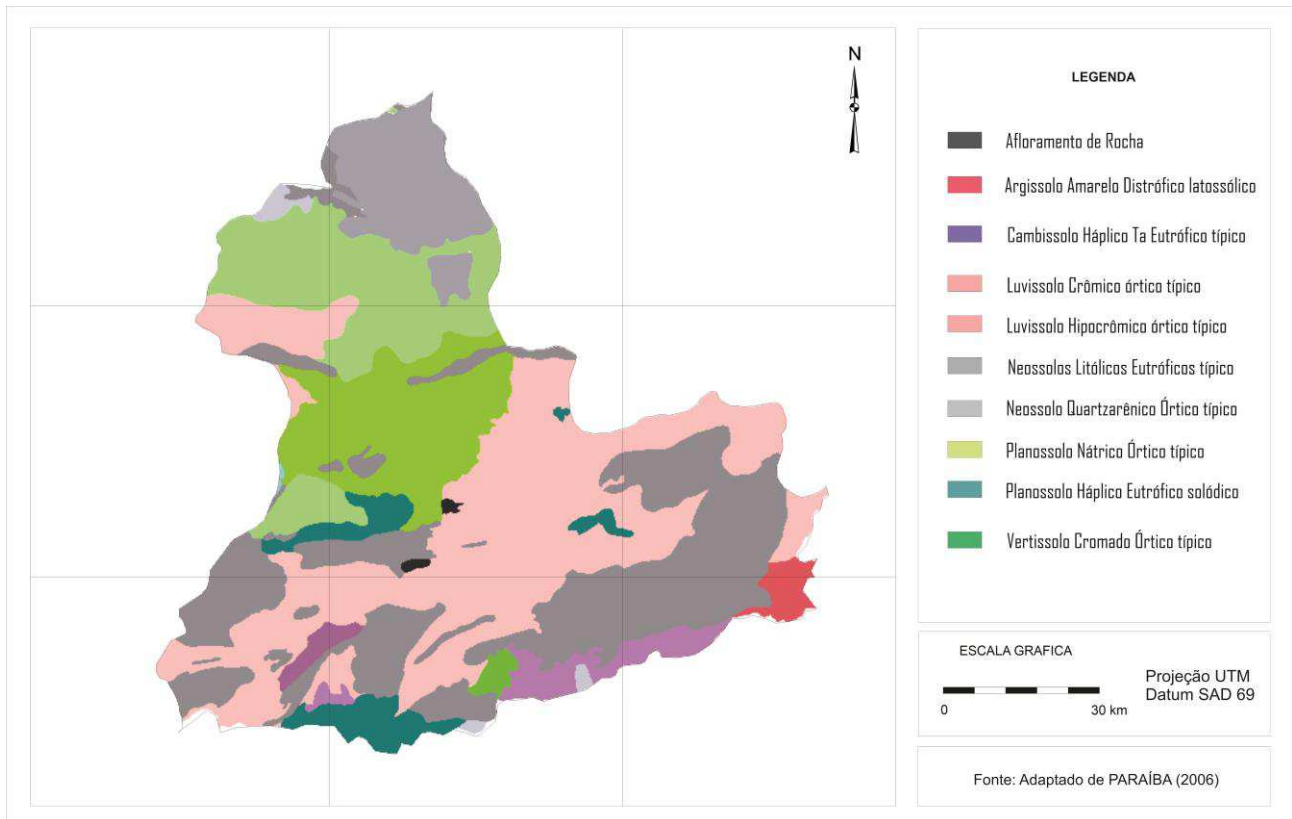


Figura 2. Mapa de solos da área de estudo. Fonte: adaptado de PARAÍBA (2006).

Baseada nas potencialidades e limitações de solo e de clima para cultura agrícola e considerando o uso da terra na condição de sequeiro (sem irrigação) e um cenário pluviométrico, foi elaborado o mapa do potencial de produção agrícola entre o cruzamento matricial do potencial de irrigação e de capacidade de retenção de água dos solos.

Para tal, foi criado o mapa de potencial de irrigação dos solos elaborado por Francisco et al. (2021) que utilizou a classificação do *Bureau of Reclamation* (BUREC, 1953) com adaptações desenvolvidas para as condições da região nordeste do Brasil por Cavalcanti et al. (1994), onde por este trabalho foi categorizado nas seguintes classes: I 1 - Classe 1: Terras aráveis, altamente adequadas para agricultura irrigada; I 2 - Classe 2: Terras aráveis, com moderada aptidão para agricultura irrigada; I 3 - Classe 3: Terras aráveis com aptidão restrita para agricultura irrigada; I 4 - Classe 4: Terras aráveis de uso especial; I 5 - Classe 5: Terras não-aráveis, mas em situação provisória; e I 6 - Classe 6: Terras não-aráveis.



Também foi elaborado o mapa de capacidade de retenção dos solos baseado na metodologia do MAPA (2008) e de Francisco et al. (2011) utilizando as classes de capacidade de uso (PARÁIBA, 1978), possível classificar e elaborar o mapa categorizado nas seguintes classes: T 1 - Tipo 1: Com teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%; T 2 - Tipo 2: Com solos com teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia; T 3 - Tipo 3: Com solos com teor de argila maior que 35%; e AP - Áreas Proibidas: Sendo expressamente proibido o plantio de qualquer cultura que esteja em solos que apresentem teor de argila inferior a 10% nos primeiros 50 cm de solo; em solos que apresentem profundidade inferior a 50 cm; em solos que se encontra em áreas com declividade superior a 45%; e em solos muito pedregosos, isto é, solos nos quais calhaus e matacões ocupam mais de 15% da massa e/ou da superfície do terreno.

Após, foi gerado o mapa parcial através do cruzamento matricial dos mapas de potencial de irrigação dos solos e de capacidade de retenção dos solos, onde foi realizada uma linguagem utilizando o LEGAL do SPRING. As classes foram definidas pelo mais alto grau de limitação imposto e categorizado pelas classes (Tabela 1) sendo assim, definidas por este trabalho: MA1 - Muito Alto 1: (I 1 - T 1) Classe 1 e Tipo 1; MA2 - Muito Alto 2: (I 1 - T 2) Classe 1 e Tipo 2; MA3 - Muito Alto 3: (I 1 - T 3) Classe 1 e Tipo 3; MA4 - Muito Alto 4: (I 1 - AP) Classe 1 e Áreas Proibidas; A1 - Alto 1: (I 2 - T 1) Classe 2 e Tipo 1; A2 - Alto 2: (I 2 - T 2) Classe 2 e Tipo 2; A3 - Alto 3: (I 2 - T 3) Classe 2 e Tipo 3; A4 - Alto 4: (I 2 - AP) Classe 2 e Áreas Proibidas; M1 - Médio 1: (I 3 - T 1) Classe 3 e Tipo 1; M2 - Médio 2: (I 3 - T 2) Classe 3 e Tipo 2; M3 - Médio 3: (I 3 - T 3) Classe 3 e Tipo 3; M4 - Médio 4: (I 3 - AP) Classe 3 e Áreas Proibidas; B1 - Baixo 1: (I 4 - T 1) Classe 4 e Tipo 1; B2 - Baixo 2: (I 4 - T 2) Classe 4 e Tipo 2; B3 - Baixo 3: (I 4 - T 3) Classe 4 e Tipo 3; B4 - Baixo 4: (I 4 - AP) Classe 4 e Áreas Proibidas; MB1 - Muito Baixo 1: (I 5 - T 1) Classe 5 e Tipo 1; MB2 - Muito Baixo 2: (I 5 - T 2) Classe 5 e Tipo 2; MB3 - Muito Baixo 3: (I 5 - T 3) Classe 5 e Tipo 3; MB4 - Muito Baixo 4: (I 5 - AP) Classe 5 e Áreas Proibidas; MB1 - Muito Baixo 1: (I 6 - T 1) Classe 6 e Tipo 1; MB2 - Muito Baixo 2: (I 6 - T 2) Classe 6 e Tipo 2; MB3 - Muito Baixo 3: (I 6 - T 3) Classe 6 e Tipo 3; e MB4 - Muito Baixo 4: (I 6 - AP) Classe 6 e Áreas Proibidas.



Tabela 1. Classes do cruzamento matricial entre o mapa parcial de potencial de irrigação e o de capacidade de retenção de água no solo

Classes Irrigação	Capacidade retenção de água no solo			
	T1	T2	T3	AP
I1	MA1	MA2	MA3	MA4
I2	A1	A2	A3	A4
I3	M1	M2	M3	M4
I4	B1	B2	B3	B4
I5	MB1	MB2	MB3	MB4
I6	MB1	MB2	MB3	MB4

Os dados de precipitações climatológicas médias mensais e anuais foram adquiridos do banco de dados coletado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), para o período de 109 anos entre 1912 a 2021 dos postos pluviométricos e selecionando-se os que possuem 30 ou mais anos de observações e procedida de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série, sendo utilizada uma planilha eletrônica e elaborado o cálculo de pluviosidade. O mapa foi espacializado utilizando o software Surfer® 9 pelo método estatístico de interpolação por krigagem e após o mapa recortado utilizando os limites da bacia e importado no SIG SPRING.

Utilizando o mapa de pluviosidade média anual foi elaborado o mapa da condição climática para a cultura do feijão. A discriminação da condição climática foi adaptada de Francisco e Santos (2018) e da proposta de Varejão e Barros (2002). As classes foram definidos em 5 critérios determinadas de acordo com a Tabela 2 assim definidos: C1 - Plena: corresponde às áreas sem limitação climática; C2 - Plena com período chuvoso prolongado: mas com pequena probabilidade de ocorrer excesso hídrico, devido à ocorrência de um período chuvoso prolongado, durante a colheita e/ou a secagem de grãos; C3 - Moderada por excesso hídrico: caracteriza-se por indicar áreas, onde ocorre excesso hídrico que prejudica a colheita e/ou a secagem de grãos; C4 - Moderada por deficiência hídrica: áreas com pequena e/ou moderada deficiência hídrica, prejudicando o crescimento e desenvolvimento da cultura; e C5 - Inapta por deficiência hídrica acentuada: por apresentar elevada deficiência hídrica, inviabilizando o período vegetativo da cultura.



Tabela 2. Classes de condição climática

Legenda	Condição Climática	Feijão	Milho	Mandioca	Sorgo	Palma forrageira
		Pluviosidade (mm)				
C1	Plena	350-400	1.050-1.100	500-550	550-600	600-800
C2	Plena com período chuvoso prolongado	400-450	1.100-1.200	550-600	600-650	800-850
C3	Moderada por excesso hídrico	> 450	> 1.200	> 600	> 650	> 850
C4	Moderada por deficiência hídrica	300-350	1.000-1.050	450-500	500-550	400-600
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	< 300	< 1.000	< 450	< 500	< 400

Fonte: adaptado de Francisco e Santos (2018).

Após foi elaborada uma linguagem no LEGAL do SPRING para geração do mapa de potencial de produção agrícola através do cruzamento matricial entre o mapa parcial e o mapa de cenário climático, conforme a categorização das classes descritas na Tabela 3 assim definidas: MA1 - Muito Alto 1: (IT 1 – C 1) Irrigação Tipo 1 e Condição climática 1; MA2 - Muito Alto 2: (IT 1 - C 2) Irrigação Tipo 1 e Condição climática 2; A1 - Alto 1: (IT 2 – C 1) Irrigação Tipo 2 e Condição climática 1; A2 - Alto 2: (IT 2 - C 2) Irrigação Tipo 2 e Condição climática 2; M1 - Médio 1: (IT 3 – C 1) Irrigação Tipo 3 e Condição climática 1; M2 - Médio 2: (IT 3 - C 2) Irrigação Tipo 3 e Condição climática 2; M3 – Médio 3: (IT 1 - C 3) Irrigação Tipo 1 e Condição climática 3; M4 - Médio 4: (IT 2 - C 3) Irrigação Tipo 2 e Condição climática 3; M5 - Médio 5: (IT 3 - C 3) Irrigação Tipo 3 e Condição climática 3; M6 - Médio 6: (IT 1 – C 4) Irrigação Tipo 1 e Condição climática 4; M7 - Médio 7: (IT 2 – C 4) Irrigação Tipo 2 e Condição climática 4; M8 - Médio 8: (IT 3 – C 4) Irrigação Tipo 3 e Condição climática 4; B1 - Baixo 1: (IT 4 – C 1) Irrigação Tipo 4 e Condição climática 1; B2 - Baixo 2: (IT 4 - C 2) Irrigação Tipo 4 e Condição climática 2; B3 - Baixo 3: (IT 4 - C 3) Irrigação Tipo 4 e Condição climática 3; B4 - Baixo 4: (IT 4 – C 4) Irrigação Tipo 4 e Condição climática 4; MB1 - Muito Baixo 1: (IT 5 – C 1) Irrigação Tipo 5 e Condição climática 1; MB2 - Muito Baixo 2: (IT 5 - C 2) Irrigação Tipo 5 e



Condição climática 2; MB3 - Muito Baixo 3: (IT 5 - C 3) Irrigação Tipo 5 e Condição climática 3; MB4 - Muito Baixo 4: (IT 5 - C 4) Irrigação Tipo 5 e Condição climática 4; MB1 - Muito Baixo 1: (IT 6 - C 1) Irrigação Tipo 6 e Condição climática 1; MB2 - Muito Baixo 2: (IT 6 - C 2) Irrigação Tipo 6 e Condição climática 2; MB3 - Muito Baixo 3: (IT 6 - C 3) Irrigação Tipo 6 e Condição climática 3; MB4 - Muito Baixo 4: (IT 6 - C 4) Irrigação Tipo 6 e Condição climática 4; MB5 - Muito Baixo 5: (IT 1 - C 5) Irrigação Tipo 1 e Condição climática 5; MB6 - Muito Baixo 5: (IT 2 - C 5) Irrigação Tipo 2 e Condição climática 5; MB7 - Muito Baixo 7: (IT 3 - C 5) Irrigação Tipo 3 e Condição climática 5; MB8 - Muito Baixo 8: (IT 4 - C 5) Irrigação Tipo 4 e Condição climática 5; MB9 - Muito Baixo 9: (IT 5 - C 5) Irrigação Tipo 5 e Condição climática 5; e MB9 - Muito Baixo 5: (IT 6 - C 5) Irrigação Tipo 6 e Condição climática 5.

Tabela 3. Classes do potencial de produção agrícola das culturas

Potencial Parcial	Condição climática				
	C1	C2	C3	C4	C5
IT1	MA1	MA2	MA3	MA4	MB5
IT2	A1	A2	A3	A4	MB6
IT3	M1	M2	M3	M4	MB7
IT4	B1	B2	B3	B4	MB8
IT5-IT6	MB1	MB2	MB3	MB4	MB9

## Resultados e Discussão

De acordo com a Figura 3, observa-se Terras aráveis com aptidão restrita da classe 3, com área de 44.264,00 ha representando 11,67% da área total localizada na área central e ao sul da região do médio curso do rio Paraíba.

Observa-se Terras aráveis de uso especial da classe 4, onde apresenta área de 32.029,00 ha representando 8,44% do total. Esta área localiza-se no setor norte da região do médio curso.

As Terras não aráveis da classe 6, apresentam área de 303.113,37 ha representando 79,89% do total. Estas estão distribuídas em toda a região da bacia onde ocorre diversidade de solos. Cavalcanti et al. (2012) afirmam que, na região semiárida as terras classificadas como sendo inaptas para a irrigação estão relacionadas com extensas áreas de solos rasos, principalmente das classes dos Neossolos Litólicos e Planossolos típicos.

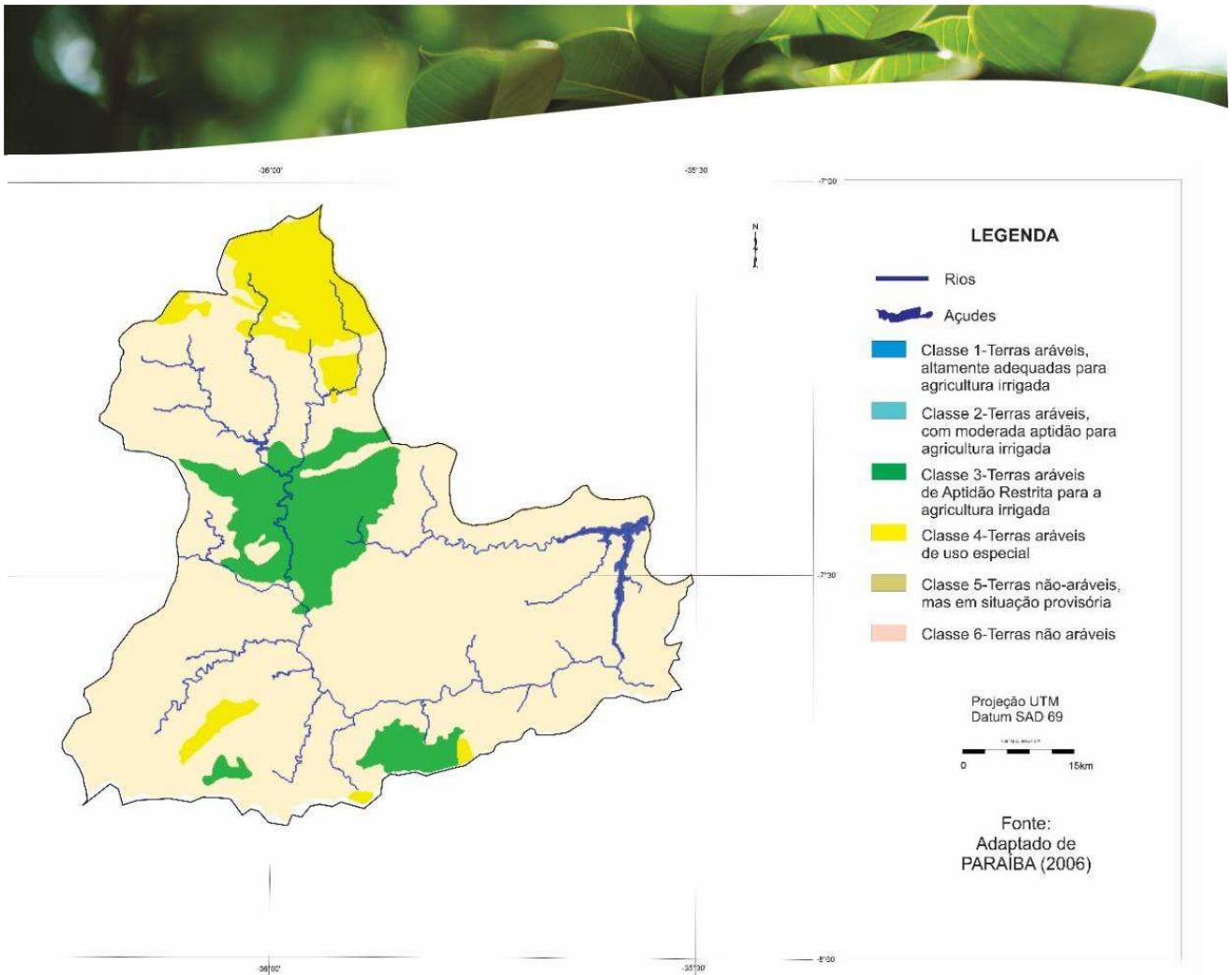


Figura 3. Potencial para irrigação da área de estudo. Fonte: Francisco et al. (2021).

Francisco et al. (2019) identificaram para a classe 6 os Luvissoles Crômicos órtico típico, nas terras da bacia a montante à este estudo. Na região do Vale do São Francisco, estes solos têm sido utilizados com as culturas de cebola, manga, pastagens, entre outras (CUNHA et al., 2008).

Sousa et al. (2013), avaliando do potencial das terras do município de Aliança-PE para uso com irrigação, localizado na microrregião da Mata pernambucana observaram que a maioria das terras apresentou fortes restrições ao uso com agricultura irrigada, tendo como principais limitações a pouca profundidade a fertilidade natural, a declividade, a sodicidade e ou salinidade, a eventual pedregosidade, a drenagem, o lençol freático elevado e riscos de inundação.

Conforme EMBRAPA (1994), avaliando o potencial das Terras para irrigação no Nordeste, para todas as classes encontradas neste trabalho, argumenta que para utilização dessas terras para a irrigação implicam numa rigorosa seleção de áreas, e na adoção de



práticas conservacionistas. No mundo, 10 milhões de hectares de áreas são abandonados anualmente por efeito da salinização e processos decorrentes (PAZ et al., 2000).

No ambiente semiárido, mesmo fazendo uso de água de boa qualidade, os riscos de salinização pelo uso da irrigação aumentam pela restrição de drenagem causada pela menor profundidade e características físicas dos solos, pela condição aplanada dos locais de ocorrência de grande parte dos solos dessa classe que dificultam a drenagem do excesso de sais, e, pela elevada evapotranspiração promovida pelas temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar (EMBRAPA, 2012).

No mapa de capacidade de retenção de água nos solos, Figura 4, pode-se observar a distribuição espacial na área levando em consideração somente a probabilidade de chuvas a ocorrer na área, sem a utilização da irrigação.

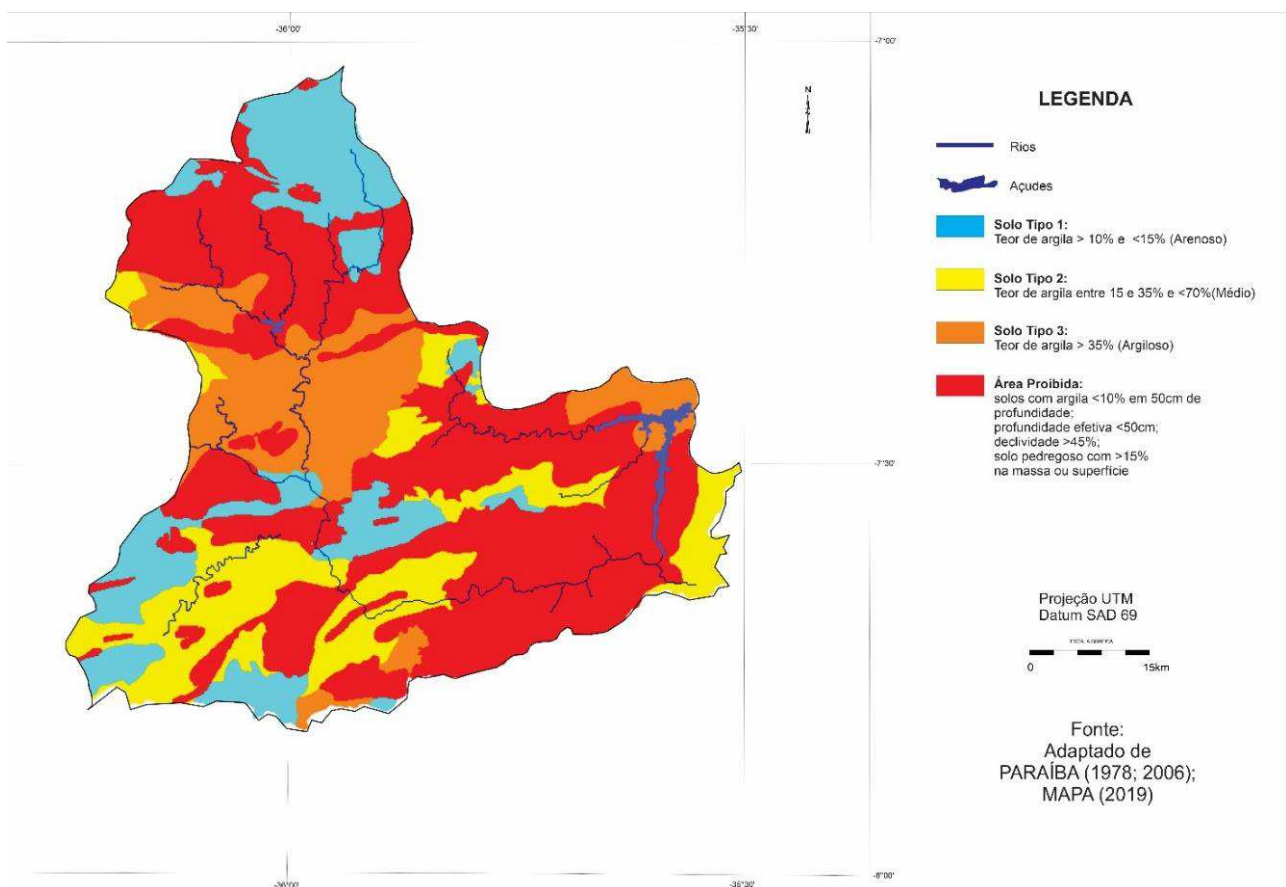


Figura 4. Capacidade de retenção de água no solo da área de estudo.

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978; 2006); MAPA (2019).



Identifica-se 64.041,00 ha de terras do Tipo 1 representando 16,88% da área total da bacia distribuídas na região norte, central e sudoeste. São áreas compostas pelo Neossolo Quartzarênico Órtico típico e pelo Planossolo Nátrico eutrófico solódico.

EMBRAPA (2009) afirma que o alto risco da agricultura de sequeiro e obtenção de baixas produtividades das culturas exploradas, ocorrendo deficiência hídrica no estágio crítico da cultura, em função dos menores valores de armazenamento de água no solo. Conforme o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2013), verifica que na prática, ocorrem em algumas áreas de plantio temporário de pequenas lavouras, onde o agricultor corre o risco de perder as culturas relacionadas devido à irregularidade das precipitações no período de condução das lavouras.

Identifica-se áreas de terras do Tipo 2 que perfazem um total de 71.135,00 ha, representando 18,75% da área total distribuídas no terço inferior da bacia. Áreas estas compostas pelos Luvisolos Crômicos Órtico típico e Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico em área do localizada ao sudeste divisa com Pernambuco, que de acordo com Francisco (2010), nesta região, são bem profundos.

Identifica-se áreas de terras do Tipo 3 que perfazem um total de 64.284,00 ha, representando 16,94% da área total distribuídas no terço superior entre os municípios de Barra de Santana, Boqueirão, Caturité, Queimadas e Boa Vista, e ao sul em Santa Cecília compostas pelo Vertissolo Cromado Órtico típico, e ao extremo leste da bacia em Itatuba onde ocorrem o Luvisolo Hipocrômico Órtico típico com caráter planossólico, que de acordo com Jacomine (2009) são solos com permeabilidade lenta ou muito lenta, para Francisco (2010) são solos descritos como imperfeitamente drenados em BRASIL (1972).

As áreas identificadas como Proibidas perfazem um total de 179.946,37 ha, representando 47,43% da área distribuídas pela bacia. São áreas compostas pelos Neossolos Litólicos Eutróficos. Área estas constituída também pelos Luvisolo Hipocrômico Órtico típico com caráter planossólico. Francisco et al. (2011) afirmam que se relaciona esta inaptidão, principalmente, com as condições climáticas e/ou condições edáficas exigidas por estas culturas, em função das características dos solos e seus atributos, de seus graus de limitações e/ou do clima.

As áreas recomendadas para irrigação mapeadas por este trabalho apresenta para a classe Média, uma área de 44.250,12 ha representando 11,66% do total, distribuída pelos municípios de Caturité, Queimadas e Barra de Santana compostas em sua maioria por





Vertissolo Cromado Órtico típico; e menores áreas em Umbuzeiro, Santa Cecília e Alcantil composto pelo Plintossolo Argilúvico Eutrófico espessarênico (Fte). EMBRAPA (2012) afirma que, as limitações em grau moderado ocorrem de forma bastante variada nesta classe, tornando-a com menor potencial produtivo, maior dificuldade de manejo, maior risco de degradação ambiental e com menos espécies adaptadas em relação às terras.

A classe Baixa com 32.016,51 ha de área representando 8,44% do total localizada ao norte da bacia no município de Pocinhos, Puxinanã e Campina Grande. Essa classe está relacionada com a ocorrência do Neossolo Quartzarênico Órtico típico (RQo). De acordo com a EMBRAPA (2012) são terras que requerem muito cuidado ao serem inseridas em processos produtivos com a agricultura irrigada devido ao elevado risco de degradação e aos cuidados requeridos no manejo.

A classe Muito Baixa, representando 79,90% da área com 303.139,74 ha distribuída por toda a bacia hidrográfica representado pelo Luvissoilo Crômico Órtico típico (TCo), Luvissoilo Hipocrômico Órtico típico (TPo), Planossolo Nátrico Órtico típico (SNo), Planossolo Háplico Eutrófico solódico (SXe), Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (CXve), Neossolos Litólicos Eutróficos típico (RLe) e Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (PAd), distribuído respectivamente nesta ordem decrescente.

Compreendem os ambientes formados por solos com restrições muito fortes ao uso da agricultura irrigada. Nestas condições, as produtividades são muito baixas, e ou, as dificuldades de manejo e os riscos de degradação ambiental são mais elevados (EMBRAPA, 2012).

Mesmo com estas restrições, PARAÍBA (1980) para o município de Boqueirão, observaram que foram consideradas efetivamente irrigáveis face à disponibilidade hídricas da área, onde já existem uma considerável experiência de agricultura irrigada. Os solos da área são em geral de baixa permeabilidade, portanto, impõem-se a necessidade de participação técnica especializada, visando o controle do processo de sanilização.

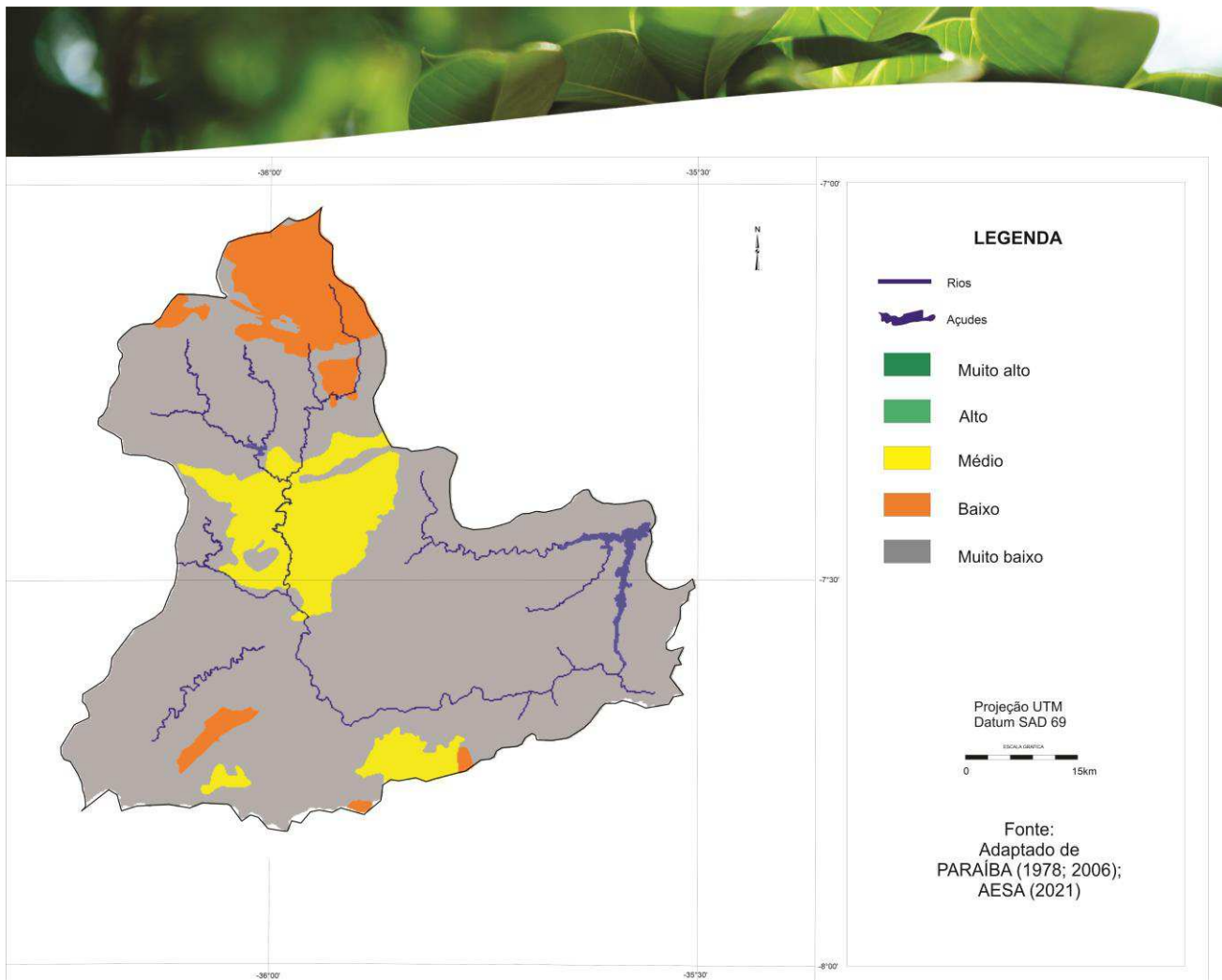


Figura 5. Recomendação para irrigação.

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978; 2006); AESA (2021).

Para o município de Queimadas (PARAÍBA, 1980), observa que terras de aproximadamente 440 ha são consideradas irrigáveis, pois estão condicionadas as transferências hídricas dos municípios de Puxinanã, Pocinhos e Campina Grande através da bacia do Riacho do Catolé.

De acordo com PARAÍBA (1980), pelos resultados encontrados na elaboração do potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais para o Estado da Paraíba, quanto à região, são similares a este estudo, devido aos fatores restritivos dos solos de profundidade efetiva, capacidade de retenção de água e permeabilidade serem consideradas baixa.



Tabela 4. Recomendação para irrigação

Classe	Subclasse	Recomendação para irrigação	
		Área (ha)	%
<b>Muito Alta</b>	MA1/ MA2/ MA3/ MA4	-	-
<b>Alta</b>	A1/ A2	-	-
<b>Média</b>	M1	1.333,71	0,35
	M2	27,00	0,01
	M3	38.293,65	10,09
	M4	4.595,76	1,21
	M5/M6/M7/M8	-	-
<b>Baixa</b>	B1	28.389,78	7,48
	B2	2.870,28	0,76
	B3	-	-
	B4	756,45	0,20
<b>Muito Baixa</b>	MB1	34.340,40	9,05
	MB2	63.543,78	16,75
	MB3	25.769,97	6,79
	MB4	179.485,59	47,31
	MB5/MB6/MB7/MB8/MB9	-	-
<b>Total</b>		<b>379.406,37</b>	<b>100,00</b>

No mapa da condição climática para cultura do feijão (Figura 6), observa-se que 7,61% da área da bacia (Tabela 5) com 28.856,29 ha apresentam condição climática Plena (C1). Essas áreas estão localizadas na região sudeste da bacia englobando os municípios de Natuba e em menor influência Umbuzeiro e Aroeiras.

Observa-se que 16.622,79 ha das terras (4,38%) apresenta condição climática plena com período chuvoso prolongado (C2). Essas áreas estão localizadas entre os municípios de Itatuba, Natuba e Umbuzeiro localizados na região ao sudeste, divisa com Pernambuco, e outras pequenas áreas em Campina Grande e Fagundes.

A condição climática moderada por excesso hídrico (C3) não é identificada para esta cultura. Para a condição climática Moderada por deficiência hídrica (C4) observa-se 214.114,72 ha representando 56,43% do total. Essa área está distribuída na região central da bacia na região englobando o Cariri.

As áreas inaptas por deficiência hídrica acentuada (C5) são de 119.812,57 ha representado 31,58%. Estas áreas ocorrem sobre o Planalto da Borborema, nas regiões do



Cariri, ao leste da bacia, entre os municípios de Pocinhos ao norte e Barra de São Miguel ao sul, englobando a região do Açude Epitácio Pessoa.

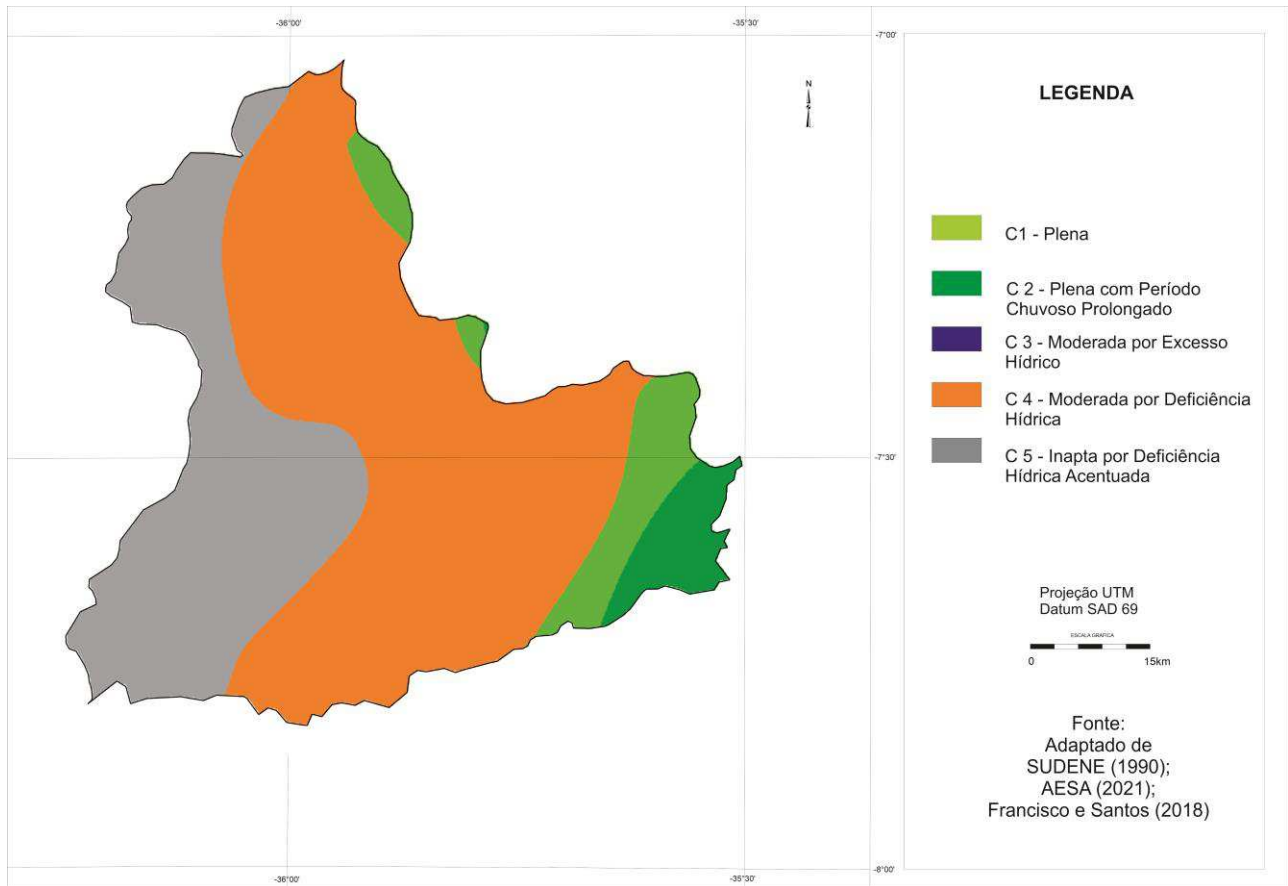


Figura 6. Condição climática para a cultura do feijão.

Fonte: Adaptado de AESA (2021); Francisco e Santos (2018).

Tabela 5. Classes de condição climática do feijão

Classes	Feijão	
	ha	%
C1	28.856,29	7,61
C2	16.622,79	4,38
C3	-	-
C4	214.114,72	56,43
C5	119.812,57	31,58
<b>Total</b>	<b>379.406,37</b>	<b>100,00</b>



Francisco et al. (2017), elaborando a aptidão climática da cultura do feijão para a região do Agreste observaram que, o município de Queimadas apresentou aptidão climática moderada por deficiência hídrica nos cenários regular e chuvoso. Resultado similar a este trabalho.

No mapa de potencial de produção agrícola irrigada da cultura do feijão (Figura 7), observa-se que o potencial Muito Alto e Alto não estão representados no mapeamento. Os ambientes de potencial Médio abrangem 28.974,51 ha, representando 7,64% da área total, com ocorrência da subclasse M8. Esta classe ocorre na região central da bacia nos municípios de Queimadas e Caturité, e pequenas áreas ao sul, divisa com Pernambuco, em Alcantil e Santa Cecília. Notadamente em ambientes por apresentarem solos de potencial pedológico Médio, e condição climática Plena e Moderada por deficiência.

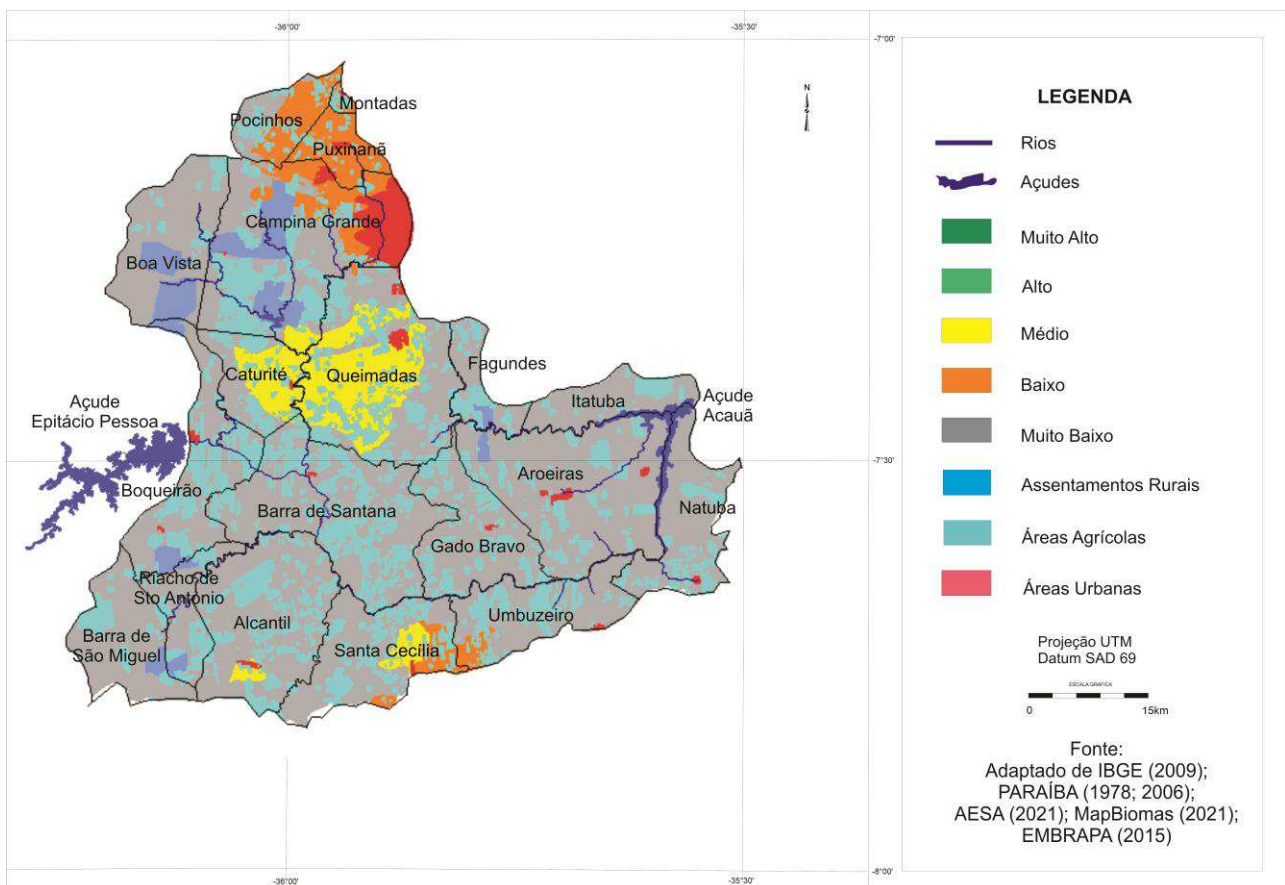


Figura 7. Potencial de produção agrícola para o feijão.

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978; 2006); AESA (2021).



As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 28.885,68 ha, representando 7,61% da área total, com ocorrência das subclasses B1 e B4. Estão localizadas ao norte da bacia em Pocinhos, Puxinanã e Campina Grande, e ao sul em Umbuzeiro e região.

As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 321.546,18 ha, representando 84,75% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB4 (41,85%). Estas classes ocorrem em quase toda a bacia por apresentarem inaptidão dos solos ao plantio e irrigação da cultura.

Para a cultura do feijão, os resultados deste mapeamento do potencial de produção agrícola irrigado estão de acordo com os dados do IBGE (2017), no mapeamento da produção, onde para o município de Queimadas, Campina Grande, Pocinhos e Puxinanã, a produção varia em 2.500 a 500 ha, respectivamente, indicando que as experiências dos agricultores estão em adequação com o recomendado por este trabalho, mesmo com as deficiências da pluviosidade, podendo assim, serem ampliadas para irrigação, desde que sigam as recomendações da época de plantio e da cultivar mais adequada, como também o manejo adequado da irrigação.

Tabela 6. Classes de potencial de produção agrícola para o feijão

<b>Classe</b>	<b>Subclasse</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
<b>Muito Alta</b>	MA1/MA2	-	-
<b>Alta</b>	A1/A2	-	-
<b>Média</b>	M1/M2/M3/M4/M5/M6/M7	-	-
	M8	28.974,51	7,64
<b>Baixa</b>	B1	3.627,09	0,96
	B2/B3	-	-
	B4	25.258,59	6,66
	MB1	25.191,73	6,64
<b>Muito Baixa</b>	MB2	16.064,01	4,23
	MB3	-	-
	MB4	158.768,91	41,85
	MB5/MB6	-	-
	MB7	10.678,59	2,81
	MB8	6.970,14	1,84
	MB9	103.872,80	27,38
<b>Total</b>		<b>379.406,37</b>	<b>100,00</b>



De acordo com Melo et al. (2005), em função do sistema radicular do feijão não explorar grande volume de solo, pode ser cultivado praticamente em todos os tipos de solos. Entretanto, outros solos com baixa fertilidade natural, como Latossolos e Argissolos distróficos e Neossolos Quartzarênicos podem ser utilizados, mediante aplicações de corretivos de acidez e aplicação de fertilizantes, ambos dependentes de análise química do solo.

De acordo com PARAÍBA (1978) a cultura do feijão cultivada se distribui uniformemente entre todas as regiões. Esta cultura é de fundamental importância na agricultura de sequeiro no interior do Estado com grande possibilidade de expansão.

Francisco et al. (2017) mapeando o potencial pedológico do feijão observaram que não foi possível identificar áreas menores, devido à escala de trabalho, havendo a possibilidade do cultivo da cultura do feijão comum em pequenas áreas que não são identificadas.

As maiores limitações observadas são devidas as condições de exigências hídricas das culturas e de alguma forma aos solos predominantes na área.

Dada a importância dos recursos das terras com potencial de produção agrícola irrigável identificadas, e considerando o valor inestimável que apresenta para a economia regional, correspondendo em geral às melhores terras agrícolas, impõem-se a necessidade de um uso e manejo adequado das mesmas, no sentido de se evitar o deterioramento.

## **Conclusão**

As técnicas de geoprocessamento e geoestatística proporcionaram resultados satisfatórios na espacialização das áreas.

Terras aráveis com aptidão restrita para irrigação da classe 3 estão distribuídas em 11,77% da área com requerimentos mínimos para irrigação. Da classe 4 de Terras aráveis de uso especial observou-se 8,44% que podem ter uma excessiva deficiência que limitam sua utilidade para determinadas culturas ou métodos específicos de irrigação. Das Terras não aráveis da classe 6 apresentaram área de 79,89% inadequadas para irrigação convencional.

Áreas recomendadas quanto à capacidade de armazenamento de água nos solos identificou-se de terras do Tipo 1 em 16,88% da área total; do Tipo 2 em 18,75%; Tipo 3 em 16,94%; e Proibidas em 47,43%.

As áreas recomendadas para irrigação apresentaram na classe Média em 11,66%; classe baixa em 8,44%; a classe muito baixa em 79,90% em ambientes formados por solos



com restrições muito fortes ao uso da agricultura irrigada.

Para cultura do feijão foi identificada condição climática Plena (C1) em 7,61% do total da bacia; 4,38% na condição climática plena com período chuvoso prolongado (C2); a condição climática moderada por excesso hídrico (C3) não foi identificada; a condição climática Moderada por deficiência hídrica (C4) em 56,43%; a condição inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 31,58%.

O potencial de produção agrícola irrigada para a cultura do feijão não apresentou potencial Muito Alto (MA) e Alto (A), potencial Médio (M) em 7,64% da área, Baixo (B) em 7,61%, Muito Baixo (MB) em 84,75%.

## Referências

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2021. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 9 de abril 2021.
- BONETT, L. P.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; SCHUELTER, A. R.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONELA, A.; LACANALLO, G. F. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, v.27, n.4, p.547-560, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972. (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia 8).
- BUREC. Department of the Interior of United States. Bureau of Reclamation Manual. Irrigated Land use: Land Classification. v.5. pt.2. Denver, 1953. 54p.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; PEDROSA, B.; VINHAS, L.; MONTEIRO, A. M. V.; PAIVA, J. A.; CARVALHO, M. T.; GATTASS, M. TerraLib: Technology in Support of GIS Innovation. In: *Simpósio Brasileiro em Geoinformática*, 2, 2000, São Paulo. Anais...São Paulo, 2000.
- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v.12, n.1, p.11-33, 1987.
- 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.
- CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAÚJO FILHO, J. C. A.; SILVA, F. B. R. Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste. Embrapa. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 38p.





CAVALCANTI, A. C.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; SANTOS, J. C. P. DOS. Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas. Potencial de Terras para Irrigação. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos Nos 10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife, 2012.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; CAVALCANTI, A. C. Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 60p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 211).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Roma: FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33, 1979. 193p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido CPTSA. Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento – UEP Recife. Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste. (Org.) CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAUJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R. Brasília, 1994. 41p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar do Estado da Paraíba. (Org.) MANZATTO, C. V. et al. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPS-2010/14408/1/ZonCana.pdf>. Acesso em: 7 de novembro de 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n. 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 71p.

FAO. Faostat. 2010. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Acesso em: 7 de novembro de 2021.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; MEDEIROS, R. M. DE; SÁ, T. F. DE. Zoneamento de risco climático e aptidão de cultivo para o município de Picuí-PB. Revista Brasileira de Geografia Física, v.5, p.1043-1055, 2011.



- FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. Aptidão Climática do Estado da Paraíba para as Principais Culturas Agrícolas. 1ª ed. EPGRAF: Campina Grande, 2018. 120p.
- FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; LIMA, E. R. V. DE; OLIVEIRA, F. P. DE. Aptidão climática e pedológica da cultura do feijão caupi para as regiões do agreste e brejo paraibano. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.11, n.4, p.1557-1570, 2017.
- FRANCISCO, P. R. M.; SILVINO, G. DA S.; LIMA, V. L. A. DE; MORAES NETO, J. M. DE; BARRETO, H. T. S. Potencial de irrigação dos solos da área de transposição do rio São Francisco no Estado da Paraíba. (Org.) FRANCISCO, P. R. M.; SILVA, V. M. DE A.; QUEIROZ, N. M. v.2. Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação. 2019. 164p.
- FRANCISCO, P. R. M.; MORAES NETO, J. M. DE; SILVA, V. F.; SANTOS, D.; RIBEIRO, G. DO N. Potencial de irrigação da região do médio curso do rio Paraíba. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 7, 2021, Goiânia. Anais...Goiânia, 2021.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519p.
- GLERIANI, J. M. Concordância da aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo elaborada nos anos setenta com os dados do Censo Agropecuário do IBGE ano 95/96. INPE. São José dos Campos, 2000.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Censo Agropecuário-2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=251400&idtema=3&search=paraiba|sao-joao-do-cariri|censo-agropecuario-2006>. Acesso em: 22 de agosto de 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 7 de novembro de 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201007\\_7.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201007_7.shtml). Acesso em: 7 de novembro de 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 20/10/2021.
- JACOMINE, P. K. T. A nova classificação Brasileira de solos. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, v.5/6, p.161-179, 2008-2009.



KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão. 2009. 452p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Portarias segmentadas. 2019. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>. Acesso em: 9 de maio de 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Instrução Normativa Nº 2, de 9 de outubro de 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/documentos/INn2de09.10.2008.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2021.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do Solo e Adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: Avanços tecnológicos. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Cap.6, p.229-242.

MOREIRA, J. A. A.; AZEVEDO, J. A.; STONE, L. F.; CAIXETA, T. J. Irrigação. In: ZIMMERMANN, M. I. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.317-340, 1988.

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CEPA-PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eleto Consult Ltda. 1978. 448p.

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Instituto de Planejamento. Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba. FIPLAN-SUBIN-UFPB/CCA-CEPED, 1980. 287p.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36p.



SAMPAIO, C. B. V.; WEILL, M. DE A. M.; DOURADO, C. DA S.; SAMPAIO FILHO, C. V. Classificação do potencial de terras para irrigação na região do alto da bacia do rio Itapicuru. In: Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas, 2, 2011, Cruz das Almas. Anais...Cruz das Almas, 2011.

SOUSA, A. R. DE; SILVA, A. B. DA; ACCIOLY, L. J. DE O.; LIMA E SÁ, V. A. DE; NUNES FILHO, J.; SIQUEIRA, S. M. Avaliação do potencial das terras do município de Aliança-PE para uso com irrigação. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34, 2013, Florianópolis. Anais...Florianópolis, 2013.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos. Governo do Estado de Pernambuco. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária. Recife, 2002. 51p.




## **Capítulo V**

# **USO DO SIBCTI NA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**


**Paulo Roberto Megna Francisco**

Doutorando em Eng. de Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-5062-5434>


**Viviane Farias Silva**

Dra. Profa. Associada, UFCG, Patos-PB, viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0002-5891-0328>


**Djail Santos**

Dr. Prof. Titular, UFPB, Areia-PB, santosdjail@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-2207-3115>


**George do Nascimento Ribeiro**

Dr. Prof. Associado, CDSA, UFCG, Sumé-PB, george@ufcg.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0003-4225-0967>


**Gypson Dutra Junqueira Ayres**

Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, fgypsond@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-1959-1424>

**Raimundo Calixto Martins Rodrigues**

Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, calixto\_80@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8437-7857>



## **Introdução**

O planejamento agrícola como preceito da política ambiental se constitui num instrumento de fundamental importância no processo de gestão do espaço rural e da atividade agropecuária. Este quando bem aplicado racionaliza as ações, tornando-se instrumento de sistematização de informações, reflexão sobre os problemas e especulação de cenários potenciais para o aproveitamento dos recursos naturais (FRANCISCO, 2010).

No planejamento visando o desenvolvimento de uma agricultura sustentável é fundamental o conhecimento das vocações ambientais de uma região a ser explorada. Neste sentido, antes de se realizar qualquer intervenção no meio rural, é fundamental ter o conhecimento prévio do potencial e das limitações das terras. A partir desse conhecimento, as atividades agrícolas poderão ser planejadas de modo compatível com a capacidade de suporte das mesmas, viabilizando o seu uso dentro dos princípios conservacionistas (MARQUES et al., 2010).

Nas últimas décadas, a irrigação tem desempenhado papel indispensável ao incremento da produtividade de culturas básicas, possibilitando o desenvolvimento econômico de muitas regiões, e ao mesmo tempo incorporando novas áreas ao processo produtivo, garantindo com isso, o abastecimento interno e ampliando as exportações de produtos agrícolas (SAMPAIO et al., 2011).

O uso da irrigação viabiliza a produção agrícola especialmente em áreas áridas e semiáridas, como no caso do Nordeste brasileiro, onde a escassez hídrica representa uma séria limitação para o desenvolvimento socioeconômico. A adoção e a aplicação de metodologias atualizadas de classificação de terras para a irrigação podem permitir o planejamento do uso da terra com vistas ao desenvolvimento sustentável. Essas ações poderiam minimizar a degradação das terras e/ou da baixa taxa de retorno econômico, que afetam em muitos casos o pleno sucesso dos projetos irrigados (AMARAL, 2005).

Para Sousa et al. (2013), a classificação de terras para irrigação é feita com base nas potencialidades e limitações dos solos. Essas informações são necessárias para a delimitação das terras de classes aptas, eliminando as áreas inaptas nas condições econômicas prevalentes.

Vários estudos já foram realizados na região semiárida empregando o SiBCTI, como na Bacia do Tucano-BA (EMBRAPA, 2006), em Juazeiro-BA no projeto Salitre (EMBRAPA, 2007),



em Canindé do São Francisco-SE (EMBRAPA, 2009), Projeto Jequitaiá-MG (EMBRAPA, 2009), no Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas (EMBRAPA, 2012), por Sousa et al. (2013) em Aliança-PE, em Jequitaiá-MG para o cultivo de cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2014), por Lucena e Amaral (2015) avaliando o capim elefante para inclusão no SiBCTI, e por EMBRAPA (2020) realizado na região das Vertentes Litorâneas da Paraíba, em que conforme Amaral (2011), esse sistema apresenta critérios técnicos objetivos e mais bem adequados aos ambientes tropicais, sobretudo, para avaliações no contexto da região semiárida brasileira.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar para o município de Patos, Estado da Paraíba, estudo das áreas potencialmente irrigáveis e sua aptidão para diversas culturas e sistemas.

## **Material e Métodos**

A área de estudo compreende o município de Patos com 472,98 km<sup>2</sup> (47.298 ha) localizado na região do Sertão Paraibano, com uma população de 100.674 habitantes, perfazendo divisa com os municípios de São José de Espinharas, Malta, Catingueira, São José do Bom Fim, Cacimba de Areia, Quixabá e São Mamede (Figura 1) (IBGE, 2022). O município apresenta como reservas de água o Açude Jatobá e a Barragem da Farinha sendo contemplado pelos rios Farinha e Cruz que forma o Espinharas (ANA, 2014).

Seus principais tributários são os riachos de Santana, do Cachoeiro, do Ligeiro, Logradouro, do Poço Comprido, dos Pilões, do Pia e da Lagoa do Açude, e o Córrego de Acauã, São Bento, Cachoeira, do Morcego, Várzea Alegre, do Mocambo, do Frango, dos Macacos, Fechado, de Cupira, Santana, Cauassu, da Urtiga, do Meio, Lagoa de Açude Belo Monte e da Cruz, além dos córregos da Onça, Campo Alegre e Cascavel; e ainda 204 poços. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento Intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005).

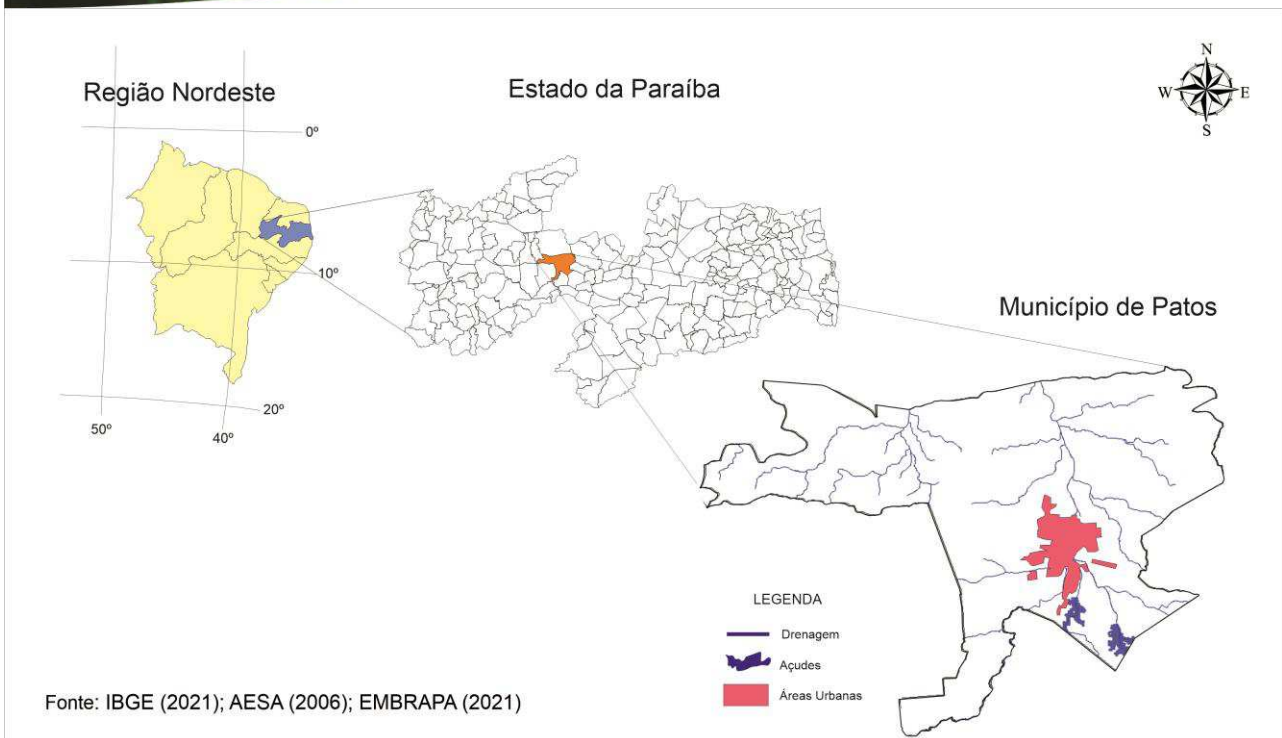


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Adaptado de IBGE (2021); AESA (2006); EMBRAPA (2021).

Conforme Francisco (2010), o Sertão – região que ocupa o terço oeste do Estado, formada pela depressão do rio Piranhas e seus contribuintes, apresenta clima do tipo Bsh Semiárido quente, nas áreas mais baixas (<300 m), e de acordo com Francisco et al. (2015) Aw' – Tropical Quente e Úmido com chuvas de verão-outono, caracterizado por possuir uma estação chuvosa que vai de janeiro a abril, com precipitações máximas nos meses de janeiro, fevereiro e março. Na Figura 2 observa-se a distribuição mensal (AESA, 2022) onde conforme Francisco et al. (2018) a precipitação média anual está em torno dos 631,7mm e conforme o balanço hídrico climatológico (Figura 3) elaborado os meses de reposição de água no solo são fevereiro, março e abril.

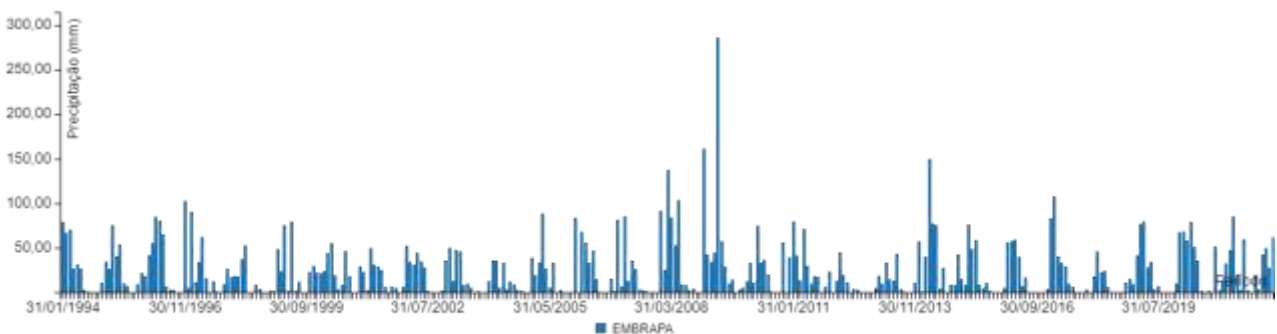


Figura 2. Distribuição mensal da pluviosidade no período de 1994 a 2022. Fonte: AESA (2022).



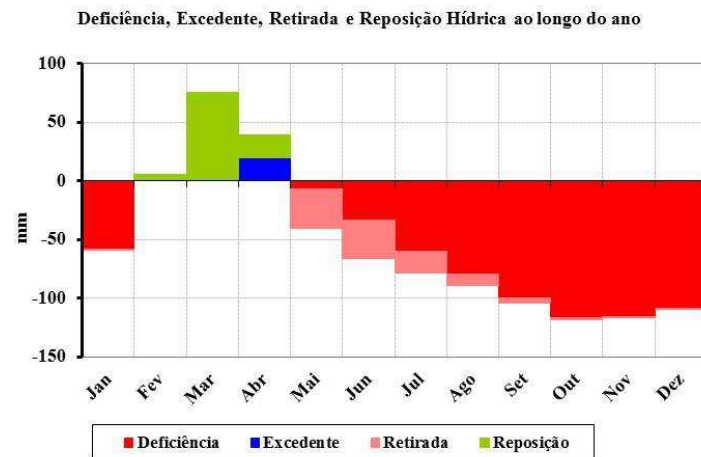


Figura 3. Balanço hídrico climatológico para o município de Patos.

Fonte: Francisco et al. (2018).

A vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila (FRANCISCO, 2010). De acordo com Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), o município tem cerca de 50% de sua área ocupada com vegetação nativa, caracterizada como Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta, Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada e Caatinga Arbórea Fechada.

Conforme EMBRAPA (2002) algumas espécies existentes na região são: jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poiret), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), marmeleiros (*Croton spp.*), angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), feijão-brabo (*Capparis flexuosa* (L.)), pinhão-brabo (*Jathropa pohliana* Muell. Arg.), mororó (*Bauhinia cheillantha* (Bong.) Steud.), juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), faveleiro (*Cnidoscollus phyllacanthus* (Muell.Arg.) Pax et K. Hoffman), pereiro (*Aspidosperma pyrripholium* Mart.), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart. et Eichl.), capim panasco (*Aristida sp.* ou spp), carnaubeira (*Copernicea prunifera* (Miller) H.E. Moore), coroa-de-frade (*Melocactus sp.*), palmatória (*Opuntia palmadora* Br. et Rose) e a macambira-de-lajeiro (*Encholirium spectabile* Mart).

A topografia dos terrenos do município apresenta cotas situadas entre 240 a 580 metros. O relevo é predominantemente ondulado à suavemente ondulado, com declividade média à baixa, com exceção de áreas ao norte onde se localiza a serra de Carnaúba, ao sul nos serrotes de Espinho Branco e Forquilha, centro-oeste no serrote Serra Negra, noroeste nos serrotes Campo Alegre, Trapiá, e serra do Boqueirão, e a oeste nos serrotes Pitombeiras, do Caboclo e do Tamanduá. Nestas áreas a declividade é média à elevada (MENEZES et al., 2015).



A região polarizada pela cidade de Patos, os solos predominantes é o Luvissole Crômico Órtico vértico léptico, com A moderado, textura média cascalhenta/argilosa, pouco cascalhenta, fase epipedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado; Neossolo Litólico Eutrófico típico, com A fraco, textura média cascalhenta, fase pedregosa e rochosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado, substrato migmatito; ocorrendo a presença nas áreas de drenagem de Neossolo Flúvico Ta Eutrófico muito profundo, com A moderado, textura média e arenosa, fase caatinga de várzea, relevo plano (Figura 4) (EMBRAPA, 2002).

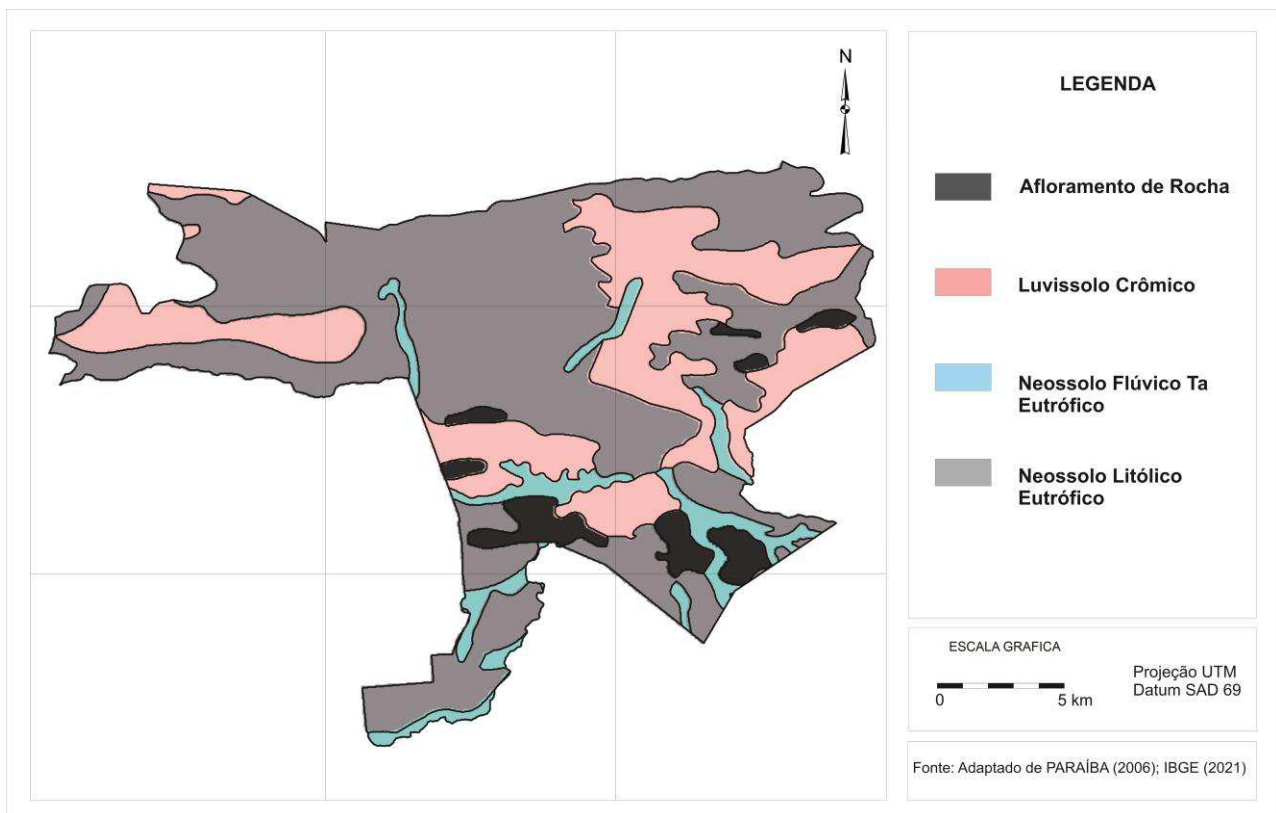


Figura 4. Solos da área de estudo. Fonte: adaptado de PARAÍBA (2006); IBGE (2021).

Na classificação de terras para irrigação (EMBRAPA, 2022) adotou-se 4 classes de terras consideradas aráveis e 2 consideradas não-aráveis. Nas terras aráveis, a vocação cultural ou capacidade de pagamento decresce progressivamente das classes de 1 para a 4. As terras da classe 4, denominadas de uso especial, são aquelas de uso restrito e que podem ter uma deficiência excessiva ou várias deficiências combinadas. As terras não-aráveis são aquelas definidas pelas classes 5 e 6. A concepção do sistema admite que na classe 5 estejam incluídas terras com valor potencial que possam passar para uma classe arável ou para classe 6 em definitivo, após estudos agrônômicos, de engenharia civil ou de economia. A classe 6



inclui as terras que não apresentam as condições mínimas exigidas para seu enquadramento em outra classe e, portanto, são inadequadas para cultivos irrigados convencionais.

Para a classificação foi utilizado o programa SiBCTI onde se avaliou a interação solo x sistema de irrigação x cultura específica x qualidade e custo da água para determinar a classe de aptidão de terra para irrigação. Os parâmetros dos solos utilizados apresentam-se nas Tabelas 1 e 2 e da água na Tabela 3.

Tabela 1. Parâmetros das propriedades dos solos

Tipo de Solo	Propriedades do solo								
	Z	V	P	R	A	W	G	B	
	cm	Profundidade	Classe Textural	Pedregosidade	Rochosidade	Mineralogia da Argila	Profundidade da Zona de Redução (cm)	Topografia (%)	Área abaciada
<b>Perfil 26</b>	0 - 20	Semipermeável	Média	Moderadamente	Não rochosa	1:1	20	6	Não
Neossolo	20 - 60	Impermeável							
Litólico	60 - 120								
Eutrófico típico	120 - 240								
<b>Perfil 4</b>	0 - 20		Arenosa/média	Moderadamente	Não rochosa	1:1	60	6	Não
Luvisso	20 - 60	Semipermeável							
Crômico	60 - 120	Impermeável							
Órtico vértico	120 - 240								
<b>Perfil 24</b>	0 - 20	Semipermeável	Média/arenosa	Não pedregosa	Não rochosa	1:1	40	3	Não
Neossolo	20 - 60	Impermeável							
Flúvico Ta	60 - 120								
Eutrófico	120 - 240								

Fonte: adaptado de EMBRAPA (2002).

Tabela 2. Parâmetros das propriedades dos solos (2.a parte)

Tipo de Solo	Propriedades do solo										
	Y	T	H	S	M	C	E	K	I	D	
	cm	Ca + Mg (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	T (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	pH em Água	Saturação com Sódio Trocável (100 Na T <sup>-1</sup> )	Alumínio Trocável (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	Capacidade de Água Disponível (mm)	Condutividade Elétrica Ext. Sat. (dS m <sup>-1</sup> )	Condutividade Hidráulica (cm h <sup>-1</sup> )	Velocidade de Infiltração (cm h <sup>-1</sup> )	Espaçamento entre Drenos (m)
<b>Perfil 26</b>	0 - 20	4,4	6,5	6,3	1,0	0	-2,97	0	16,4	48	0
Neossolo	20 - 60										
Litólico	60 - 120										
Eutrófico típico	120 - 240										
<b>Perfil 4</b>	0 - 20	10,0	11,0	6,4	1,0	0	0,41	0,8	2,7	3,2	30
Luvisso	20 - 60	13,0	14,2	6,2	1,0	0,2	0,41	1,2	2,7	3,2	
Crômico	60 - 120	20,0	21,0	6,4	2,0	0,5	0,41	2,2	2,7	3,2	
Órtico vértico	120 - 240										
<b>Perfil 24</b>	0 - 20	11,5	16,7	5,2	1,0	0,3	29,67	0,8	2,7	3,2	30
Neossolo	20 - 60		3,8	6,6	1,0	0,5	29,67	1,0	2,7	3,2	
Flúvico Ta	60 - 120		2,0	6,9	2,0	0	29,67	1,4	2,7	3,2	
Eutrófico	120 - 240										

Fonte: adaptado de EMBRAPA (2002); I e K (EMBRAPA, 2020); C (SOUZA et al., 2004).



Tabela 3. Parâmetros das propriedades da água

e	Propriedades da água					d	h
	s	f	b	f			
CE	RAS	Fe	B	Cl	Distância da	Diferença de	
Condutividade Elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	(mmolc <sup>1/2</sup> L <sup>-1/2</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	Captção (km)	Cota da Captção (m)	
0,30	1,3	1,0	0,3	0,6	10	30	
0,30	1,3	1,0	0,3	0,6	5	40	
0,30	1,3	1,0	0,3	0,6	1	10	

Fonte: adaptado de Cirilo et al. (2019); Fe e B (EMBRAPA, 2020).

A representação da classe de terra para irrigação foi sintetizada em uma fórmula alfanumérica com apenas quatro caracteres. Onde o primeiro caractere é uma letra minúscula que expressa a possível rentabilidade esperada e o custo de captação de água; o segundo, é um caractere numérico que expressa à classe de terra propriamente dita; e os dois últimos, são caracteres que informam os dois fatores mais limitantes à classe de terra para irrigação, sejam de solo, água ou de ambos (EMBRAPA, 2020).

Foram selecionadas para a classificação as culturas do milho (*Zea mays L.*), feijão (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*), banana (*Musa spp*), melancia (*Citrullus lanatus*) e a uva (*Vitis vinifera L.*) por estarem de acordo com a previsão do MAPA (2022) no Zoneamento Agrícola de Risco Climático para o município e especificados os sistemas de irrigação como geral, localizada e aspersão.

Para expressar o potencial de terras para irrigação em conformidade com as informações contidas nas unidades de mapeamento de solos (UM) conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Discriminação dos ambientes

Potencial	Classe	Descrição dos ambientes (UM)
Muito Alto (MA)	1	Classe 1 + classe 2 ≥ 75%
Alto (A)	2	Classe 1 + classe 2 ≥ 50 e < 75%
Médio (M)	3	Classe 1 + classe 2 + classe 3 ≥ 40%
Baixo (B)	4	Classe 1 + classe 2 + classe 3 ≥ 20 e < 40% ou classe 4 ≥ 50%
Muito Baixo (MB)	5/6	Ausência das classes 1, 2, 3, 4, 5 e classe 6 < 50%

Fonte: adaptado de EMBRAPA (2022).

Como produto final foi elaborado o mapa do potencial geral de terras para irrigação, e o do potencial para irrigação as culturas e em sistema de irrigação localizada. Para elaboração



foi utilizado arquivo digital dos limites de IBGE (2021), drenagem da AESA (2006) e solos de PARAÍBA (2006) na escala 1:250.000.

## Resultados e Discussão

A avaliação do potencial de terras para irrigação e seu mapeamento realizado visou delimitar áreas de terras consideradas aptas à irrigação e separar áreas de terras consideradas inaptas para manejos irrigados nas condições econômicas e de conhecimentos técnicos vigentes.

As informações do potencial geral estão sintetizadas, em termos de extensão territorial, na Tabela 5 e a geoespacialização está apresentada na Figura 5.

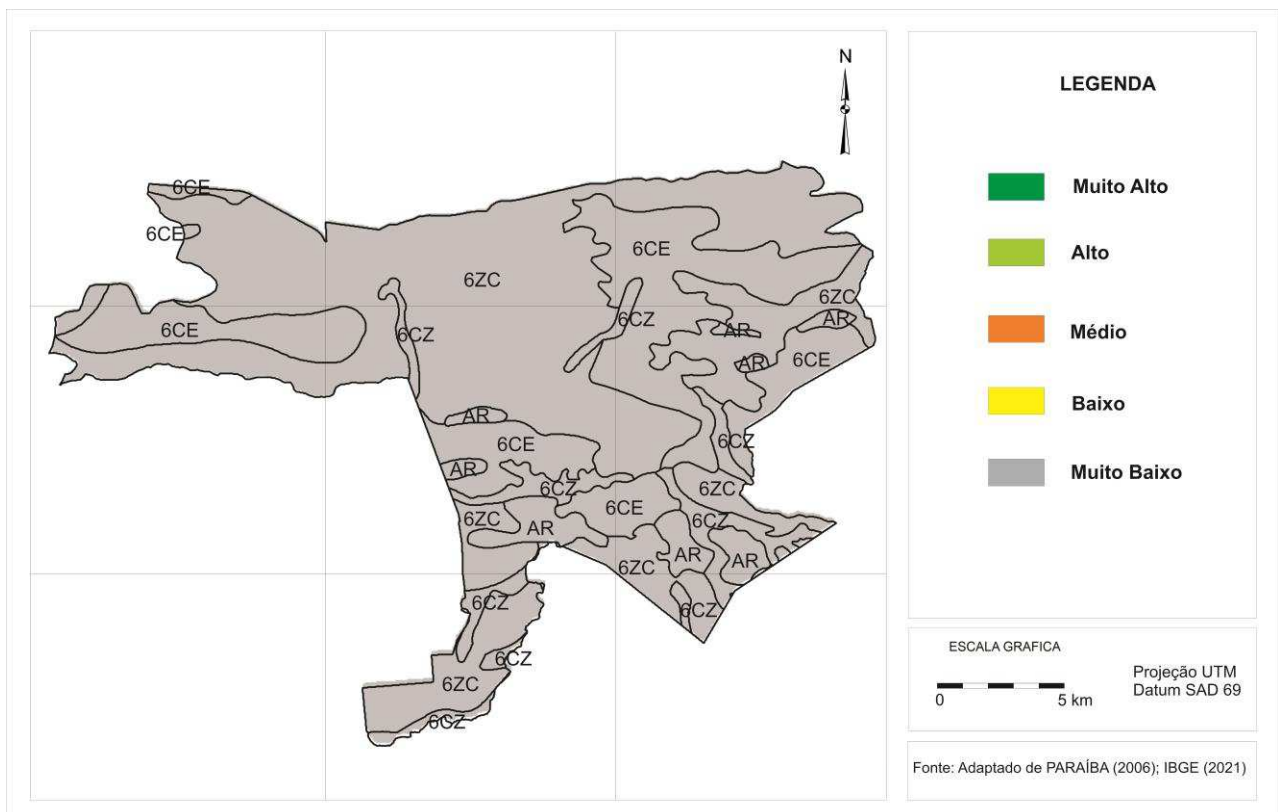


Figura 5. Potencial de irrigação. Fonte: adaptado de PARAÍBA (2006); IBGE (2021).



Tabela 5. Distribuição e classificação do potencial de irrigação

Potencial de irrigação								
Tipo de solo	Tipo cultura	Sistema de irrigação	Fator econômico	Classe	Fator limitante		Área	
					Solo	Água	ha	%
Neossolo Litólico Eutrófico típico (RLe)		Geral		6	ZC			
	Banana	Localizada	a	6	ZK			
	Melancia	Localizada	a	6	ZW		28.730	60,74
	Uva	Localizada	a	6	ZW			
	Milho	Aspersão	m	6	ZW			
	Feijão	Aspersão	m	6	ZW			
Luvissoilo Crômico Órtico típico (TCO)		Geral		6	CZ			
	Banana	Localizada	a	6	CZ			
	Melancia	Localizada	a	6	CZ		12.761	26,98
	Uva	Localizada	a	6	CZ			
	Milho	Aspersão	m	6	ZC			
	Feijão	Aspersão	m	6	CZ			
Neossolo Flúvico Ta Eutrófico solódico (Ruve)		Geral		6	ZC			
	Banana	Localizada	a	6	ZW			
	Melancia	Localizada	a	6	ZC		3.350	7,08
	Uva	Localizada	a	6	ZW			
	Milho	Aspersão	m	6	ZW			
	Feijão	Aspersão	m	6	ZC			
Afloramento Rochoso							2.457	5,19
<b>Área Total</b>							<b>47.298</b>	<b>100,00</b>

Legenda: a: alto; m: médio; C: condutividade elétrica; Z: profundidade solo; W: prof. zona redução; C: cap. água disponível; c: cloreto; e: condutividade elétrica da água.

As terras do município como um todo, se classificam com potencial geral muito baixo para irrigação e ocupam 100% da área (Tabela 1). Estes ambientes apresentam as maiores restrições ambientais para fins de irrigação. Observa-se na classe 6 áreas que não apresentam as condições mínimas exigidas para seu enquadramento em outra classe e, portanto, são inadequadas para cultivos irrigados convencionais. De acordo com EMBRAPA (2020), as terras enquadradas na classe 6 são as que possuem as restrições ambientais mais limitantes para uso em manejos irrigados. Entre as restrições, destaca-se por este trabalho a profundidade efetiva muito limitada (<50 cm). EMBRAPA (2020) ainda afirma que, os principais solos com restrições ambientais que se enquadram no potencial geral muito baixo incluem os Luvissois e os Neossolos Litólicos.

Áreas de terras com potencial muito baixo é uma consequência direta das exigências do sistema de irrigação. Essa dominância de terras na classe 6 também foi observada para toda superfície do Estado de Alagoas por Santos et al. (2013), bem como para toda área da região Nordeste do Brasil por Cavalcanti et al. (1994), sendo uma consequência do



predomínio de terras no ambiente semiárido, onde se destacam solos com muitas limitações de ordem física e/ou química. Essa semelhança ocorre porque, apesar da área estudada ser relativamente pequena, representa uma boa amostra dos ambientes da região Nordeste em termos de clima, embasamento geológico e da cobertura pedológica.

Em estudo na região da Vertente Litorânea da Paraíba a EMBRAPA (2020) encontrara resultados similares a este trabalho, localizada em solos que espacialmente se adentram a região semiárida como os Luvisolos e os Neossolos Litólicos. Sousa et al. (2013) em Aliança-PE identificaram 92,3% da área na classe 6 em Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos. Santos e Araújo Filho (2008) em Glória-BA também identificaram para estes mesmos solos a classe 6.

Quanto à rentabilidade, o resultado indica um retorno potencial alto para as culturas da banana, melancia e uva, e retorno mediano para as culturas do milho e feijão. Conforme a metodologia do SiBCTI (AMARAL, 2011), as culturas consideradas de rentabilidade superior são aquelas que possibilitam uma receita média superior a US\$ 3,000.00 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Por outro lado, as culturas pertencentes ao grupo com rentabilidade inferior, possibilitam uma expectativa de receita média com valores abaixo desse limite.

Para o sistema de irrigação por aspersão, a classificação para o milho, apresenta para os Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos fatores limitantes quanto à profundidade do solo e da zona redução. Para a cultura do feijão apresentam-se os mesmos fatores limitantes para os Neossolos Litólicos, já para Neossolos Flúvicos os fatores limitantes são a profundidade da zona redução e a capacidade de água disponível no solo. Para os Luvisolos, a classificação para o milho apresenta os fatores limitantes da profundidade da zona redução e da capacidade de água disponível no solo, e para o feijão os fatores limitantes são a condutividade elétrica do solo e da água.

Os Luvisolos são de elevado potencial nutricional decorrente das altas quantidades de nutrientes disponíveis às plantas e de minerais primários facilmente intemperizáveis, e são ricos em bases trocáveis, especialmente o potássio. As áreas onde estes solos ocorrem são bastante deficientes em água, sendo este o principal fator limitante para o uso agrícola destes solos (OLIVEIRA et al., 1992). São bastante utilizados com a pecuária extensiva, palma forrageira e agricultura de sequeiro (milho e feijão) (CUNHA et al., 2008).

Para o sistema de irrigação localizada, a classificação para a banana e a uva, apresenta para os Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos com fatores limitantes quanto à



profundidade do solo e da zona redução. Já para os Luvisolos o fator limitante é a condutividade elétrica do solo. Para a cultura da melancia o fator limitante é a profundidade do solo e da zona redução para os Neossolos Litólicos, para os Neossolos Flúvicos, os fatores limitantes são a condutividade elétrica do solo e da água.

Os Neossolos Flúvicos são considerados de grande potencialidade agrícola, mesmo aqueles com baixa saturação por bases, em função da posição que ocupam na paisagem, ou seja, áreas de várzea, pouco ou não sujeitas à erosão, onde a motomecanização agrícola pode ser praticada intensivamente. Já os Neossolos Litólicos apresentam poucas alternativas de uso por se tratar de solos rasos ou muito rasos e, usualmente, rochosos e pedregosos. A pequena espessura do solo é uma das limitações mais comuns para este tipo de solo (CUNHA et al., 2010).

A aptidão pedológica avaliada para o milho e feijão em Neossolos Flúvicos e Luvisolos, em diferentes classificações, foram elaboradas por BRASIL (1972) apresentando classe moderada, por PARAÍBA (1980) que constatou terras potencialmente irrigáveis nas classes III e IV, por Francisco et al. (2016a; 2016b; 2016c; 2017a; 2017b; 2018), apresentando potencial médio para estes solos.

De acordo com o IBGE (2022), o município apresenta 497 estabelecimentos agropecuários em sua maioria com características familiar com área total de 29.185 ha, e áreas agrícolas de lavouras temporárias declaradas em 780 ha, representando 1,65%. Quanto ao uso da terra, somente 331 estabelecimentos utilizam para a cultura de lavouras. Em relação ao uso da irrigação, as áreas declaradas apresentam 393 ha representando 0,83% do total da área do município. São identificadas as culturas da palma (4 ha), abóbora (5 ha), cana de açúcar forrageira (2 ha), mandioca (4 ha), sorgo forrageiro (22 ha), feijão verde (125 ha), feijão fradinho (137 ha), milho (203 ha), melão (2 ha) e melancia (26 ha), perfazendo um total de área de 530 ha declarados.

Mesmo com estes resultados obtidos quanto à classificação e seus fatores limitantes apresentando-se na classe muito baixa, o município apresenta quanto ao uso da terra, a produção das culturas do feijão, milho e melancia estudadas neste trabalho. Mesmo não sendo tradicional o cultivo das demais culturas, os resultados demonstram a possibilidade de cultivo da cultura da uva.

No Estado da Paraíba, a melancia é cultivada em todas as microrregiões. Em 2014 a produção registrada foi de 7.089 mil toneladas de frutos, sendo o sertão paraibano





responsável por 38,24% da produção no Estado (AGRIANUAL, 2015). Nascimento et al. (2015) em área experimental no município de Patos, sob o Neossolo Flúvico avaliando os macronutrientes da melancia afirmaram que anteriormente a área já foi cultivada com milho e feijão.

Observa-se que a cultivo da uva por irrigação localizada pode ser viável, pois de acordo com Soares e Leão (2009), a faixa de temperatura média, considerada ideal para o cultivo da videira, situa-se entre 20 e 30°C. Em geral as necessidades hídricas anuais da cultura da uva variam entre 500 e 1.200mm, dependendo do clima, da duração do ciclo fenológico, do cultivar, da estrutura e profundidade do solo, do manejo cultural, da direção, espaçamento e largura das fileiras e da altura da latada (DOORENBOS & KASSAN, 1994). As videiras preferem um clima seco com precipitações entre 400 e 600mm anuais, mas suportam pluviosidades maiores (GIOVANNINI & MANFROI, 2009). Pommer (2009) destaca que, a videira é considerada resistente à seca por seu sistema radicular ser capaz de atingir grandes profundidades. Vários autores já haviam identificado a possibilidade expansão da uva em região semiárida, como Teixeira e Azevedo (1996), Teixeira et al. (2002), e Andrade Júnior et al. (2009).

## **Conclusão**

Os ambientes com potencial muito baixo predominam terras da classe 6 de aptidão para irrigação e corresponderam a totalização da área de estudo.

Estes ambientes são os menos recomendados para manejos irrigados, pois não possuem terras consideradas irrigáveis nos locais devido à escala de trabalho adotada neste trabalho.

Nestes ambientes ocorrem solos com limitações físicas e/ou químicas, desde ligeiras até fortes, quanto à profundidade do solo e da zona redução, o que pode dificultar ou mesmo inviabilizar determinadas práticas para manejos irrigados.

Das culturas estudadas observou-se que o milho, feijão e melancia são cultivados na área pois são tolerantes a irrigação, e os resultados demonstraram a possibilidade de cultivo da banana e da uva utilizando irrigação localizada.



## Referências Bibliográficas

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Precipitação máxima dos municípios/postos no período de 01/01/1990 até 01/04/2022. 2022. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/?formdate=1990-01-01&produto=municipio&periodo=personalizado>. Acesso em: 11 de abril 2022.
- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2006. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 9 de julho 2018.
- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. QualiÁguas. Relatórios de dados sobre a qualidade de água de reservatórios. 2020. Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-relatorio/paginas/publico/dashboard.xhtml?dashboard\\_id=8](http://www.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-relatorio/paginas/publico/dashboard.xhtml?dashboard_id=8). Acesso em: 27 de maio de 2022.
- AMARAL, F. C. S. do. Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semiárida. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164p.
- AMARAL, F. C. S. do. Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na Região Semi-Árida. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 218p. Convênio Embrapa Solos/CODEVASF.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. Brasília, 2014. 312p. Disponível em: <http://piranhasacu.ana.gov.br/produtos/sinteseDiagnostico.pdf>. Acesso em: 08/04/2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972. (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia, 8).
- CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R. Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste (para compatibilização com os recursos hídricos). Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 38p.
- CIRILO, N. R. M.; ARRIEL, E. F.; GOMES, V. F.; COSTA, G. A. DA C.; OLIVEIRA, E. DE; FARIAS JÚNIOR, J. A. DE; LEITE, J. A.; ARRIEL, L. C. Qualidade da água no enraizamento de *Allium cepa* L. em sistema de hidroponia para o estudo da mitose. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.12, p.29405-29416, 2019.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea Estado de Paraíba. Diagnóstico do município de Patos. Recife. 2005. 26p.



CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J.; MONTEIRO, A.; MENDES, S.; MELO, R. F. DE; OLIVEIRA NETO, M. B. DE; SILVA, M. S. L. DA; ALVAREZ, I. A. Principais solos do Semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). *Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação*. p.49-88. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; CAVALCANTI, A. C. Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 60p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 211).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Classificação da Irrigabilidade das Terras do Entorno do Projeto Salitre, Juazeiro-BA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento N.o 122. Rio de Janeiro, 2007. 37p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/339467/1/bpd1222007classifirrigsalitre.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca. Governo do Estado da Paraíba. Zoneamento pedoclimático da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba-ZON-PB. Uso e Cobertura de Terras. Relatório Técnico. Recife, 2020. 47p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Geoinfo. Áreas Urbanas no Brasil em 2015. Disponível em: [http://geoinfo.cnpem.embrapa.br/layers/geonode%3Aareas\\_urbanas\\_br\\_15](http://geoinfo.cnpem.embrapa.br/layers/geonode%3Aareas_urbanas_br_15). Acesso em: 11 de novembro de 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Potencial de terras para irrigação em uma área de reassentamento de colonos na Bacia do Tucano-BA. Comunicado Técnico N.o 43. Rio de Janeiro, 2006. 11p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/967519/1/comtec43potencialtucano.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Potencial das Terras do Projeto Jequitai (MG) para o cultivo de cana-de-açúcar sob três sistemas de irrigação. Boletim de



Pesquisa e Desenvolvimento N.o 242. Rio de Janeiro, 2014. 29p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126491/1/BPD-242-Cana-Projeto-Jequitai.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Proposta de Reavaliação da Irrigabilidade das Terras do Projeto Jacaré-Curituba, Município de Canindé do São Francisco, Estado de Sergipe. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/7310/proposta-de-reavaliacao-da-irrigabilidade-das-terras-do-projeto-jacare-curituba-municipio-de-caninde-do-sao-francisco-estado-de-sergipe>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Proposta de Reavaliação do Levantamento e da Irrigabilidade dos Solos do Projeto Jequitai, Estado de Minas Gerais. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/4151/proposta-de-reavaliacao-do-levantamento-e-da-irrigabilidade-dos-solos-do-projeto-jequitai-estado-de-minas-gerais>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos do Campo Experimental da Embrapa Algodão, em Patos-PB: Levantamento detalhado e potencial edáfico. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002 112p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.o 17).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento Pedoclimático da Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba. Potencial de Terras para Irrigação. Relatório Técnico. Embrapa Solos. Recife, 2020. 80p.

EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas. Potencial Pedológico do Estado de Alagoas para Culturas Agrícolas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos N.os 10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 123p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77202/1/Relatorio-Pot-Pedologico.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2014.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 123f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, E. R. V. DE; SANTOS, D. Potencial pedoclimático do Estado da Paraíba para a cultura do feijão comum (*Phaseolus Vulgaris*). Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.10, n.4, p.841-857, 2016b.



FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, D. Balanço Hídrico Climatológico para a Capacidade de Campo de 100mm – Estado da Paraíba. 1.a Ed. Campina Grande, EDUFCG, 2018. 257p.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; GUIMARÃES, C. L.; ARAUJO, S. R. D.; OLIVEIRA, F. P. DE. Aptidão climática do milho (zea mays L.) para o Estado da Paraíba. Revista de Geografia, v.34, n.1, p.290-305, 2017a.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento do potencial pedoclimático da cultura do feijão Caupi (Vigna unguiculata L. Walp) para o Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v.9, n.6, p.1754-1768, 2016a.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento do potencial pedoclimático da cultura do milho (Zea mays L.) para o Estado da Paraíba utilizando geotecnologias. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.10, n.6, p.1023-1037, 2016c.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; LIMA, E. R. V. DE; MORAES NETO, J. M. DE; TRINDADE, H. C. M. DA. Geoprocessamento aplicado no mapeamento do potencial pedológico do Estado da Paraíba para o cultivo do feijão caupi (Vigna unguiculata L. Walp) e feijão comum (Phaseolus vulgaris). Revista Brasileira de Agrotecnologia, v.7, n.3, p.034-043, 2017b.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; SANTOS, F. DO N.; MACEDO, F. L. DE. Potencial pedológico das terras do Estado da Paraíba para o cultivo do feijão caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.). Boletim de Geografia, v.36, n.2, p.31-44, 2018.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. Viticultura e Enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros. Bento Gonçalves: IFRN, 2009. 344p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha Municipal. 2021. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 06/04/2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal Cidades. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/patos/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 29/05/2022.

IEG-FNP Agrobusiness. AGRIANUAL 2015: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2015. 482p.

LUCENA, S. R. DE; AMARAL, F. C. S. DO. Comportamento do Capim Elefante em relação a Parâmetros do Solo e sua Influência na Classificação para Irrigação. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35, 2015, Natal. Anais...Natal, 2015.



MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>. Acesso em: 28 de maio de 2022.

MARQUES, F. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; BARROS, A. H. C.; LOPES, E. H. B.; BARBOSA, G. M. N. Aptidão pedoclimática das culturas dos feijões caupi e comum para o estado de Alagoas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33, Uberlândia, 2010. Anais...Uberlândia: RBCS, 2010.

MENEZES, H. E. A.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, J. L. G.; LIMA, T. S. Variabilidade climática para o município de Patos, Paraíba, Brasil. *Revista Verde*, v.10, n.3, p 37-41, 2015.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Governo do Estado da Paraíba. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, conforme Resolução nº 5, de 10 de abril, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. v.1. 2005. 227p. Disponível em: <http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/portal/wp-content/uploads/2016/07/Volume-1.pdf>. Acesso em: 11 de abril de 2022.

NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. T. DE; MENDONÇA, V.; ALBUQUERQUE JUNIOR, A. M.; MEDEIROS, S. A. DA S. Macronutrientes na cultura da melancia cultivada em Neossolo com esterco bovino. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.10, n.2, p.224-229, 2015.

OLIVIERA, J. B.; JACOMINE, P. K; CAMARGO, M. N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Instituto de Planejamento. Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba. FIPLANSUBIN- UFPB/CCA-CEPED, 1980. 287p.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

PARAÍBA. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Instituto de Planejamento da Paraíba – FIPLAN. Potencial de irrigação e oportunidades agro-industriais no Estado da Paraíba: recursos naturais. v.1. João Pessoa, 1980.

POMMER, C. V.; MENDES, L. S.; HESPANHOL-VIANA, L.; BRESSAN-SMITH, R. Potencial climático para a produção de uvas em Campos dos Goytacazes, região norte fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, n.4, p.1076-1083, 2009.



SAMPAIO, C. B. V.; WEILL, M. DE A. M.; DOURADO, C. DA S.; SAMPAIO FILHO, C. V. Classificação do potencial de terras para irrigação na região do alto da bacia do rio Itapicuru. In: Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas, 2, Cruz das Almas, 2011. Anais...Cruz das Almas, 2011.

SANTOS, J. C. P. DOS; ARAÚJO FILHO, J. C. DE (Ed.). Avaliação detalhada do potencial de terras para irrigação nas áreas de reassentamento de colonos do projeto Jusante - área 3, Glória, BA. Recife: Embrapa Solos, 2008. 110p.

SANTOS, J. C. P.; ARAÚJO FILHO, J. C.; BARROS, A. H. C.; ACCIOLY, L. J. O.; TAVARES, S. C. C. H.; SILVA, A. B. Zoneamento agroecológico do Estado de Alagoas. Recife: Embrapa Solos UEP Recife/Secretaria de Estado de Agricultura e do Desenvolvimento Agrário de Alagoas, 2013. 9. v.1 CD-ROM.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). A vitivinicultura no semiárido brasileiro. Brasília; Petrolina: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Semiárido, 2009. 756p.

SOUSA, A. R. DE; SILVA, A. B. DA; ACCIOLY, L. J. DE O.; LIMA E SÁ, V. A. DE; NUNES FILHO, J.; SIQUEIRA, S. M. Avaliação do potencial das terras do município de Aliança-PE para uso com irrigação. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34, 2013, Florianópolis. Anais...Florianópolis, 2013.

SOUZA, B. A. I. DE; SILANS, A. M. B. P. DE; SANTOS, J. B. DOS. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.2/3, p.292-298, 2004.

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de. Zoneamento agroclimático para a videira europeia (*Vitis vinifera* L.) no Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.4, n.1, p.139-145, 1996.

TEIXEIRA, A. H. DE C.; SOUZA, R. A. DE; RIBEIRO, P. H. B.; REIS, V. C. DA S.; SANTOS, M. DAS G. L. DOS. Aptidão agroclimática da cultura da videira no estado da Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.1, p.107-111, 2002.



## **CURRICULUM DOS ORGANIZADORES**

**Paulo Roberto Megna Francisco:** Atuou como Pesquisador de Desenvolvimento Científico Regional de Interiorização na Universidade Federal da Paraíba - UFPB - CCA/Areia. Graduando em Engenharia Agrícola pela UFCG. Doutorando em Recursos Naturais (Concentração em Engenharia de Recursos Naturais). Possui Doutorado em Engenharia Agrícola (Concentração em Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2013), Mestrado em Agronomia - Manejo de Solo e Água (Concentração - Agricultura Sustentável e Planejamento Ambiental) pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB - Areia (2010) e Graduação em Tecnologia Agrícola - Mecanização pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Bauru (1990). Tem experiência na Docência na área de Agronomia, com ênfase em Mecanização Agrícola, Máquinas e Implementos Agrícolas e Máquinas Agrozootécnicas. Atuando atualmente como pesquisador e colaborador em projetos junto à UFPB Campus de Areia e Campus de João Pessoa, UFCG - Campus de Campina Grande e Campus de Sumé. Tem experiência em classificação técnica e mapeamento de solos, aptidão agrícola, capacidade de uso do solo, geoprocessamento, cartografia, sensoriamento remoto, geoestatística, geração de balanço hídrico e índices climáticos. Prestou consultoria para o INCRA/PB na realização de PDAs. Atualmente é Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador do CONTECC. Editor Chefe da Editora Portal Tecnológico-EPTEC.  
**paulomegna@gmail.com**

**Viviane Farias Silva:** Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2013), mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2015) e doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2017). Pós Doutora em Recursos Naturais (2017-2019). Professora do Magistério superior da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal na área de ciências básicas, Engenharia e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande.  
**viviane.farias@professor.ufcg.edu.br**

**Djail Santos:** Engenheiro Agrônomo (UENP-Campus Luiz Meneghel, 1990), Mestre em Solos e Nutrição de Plantas (UFLA, 1993) e Doutor em Crop and Soil Science (Michigan State University, MSU, 1998). Professor Titular do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), com atuação na área de Manejo e Conservação de Solo e Água. Foi Diretor do CCA/UFPB por dois mandatos (2009-2013 e 2013-2017), Coordenador do PPG em Ciência do Solo (2020-2021), Coordenador do Curso de Agronomia (2006-2009) e Assessor de Pesquisa (2002-2006) do Campus II. É Docente Permanente do PPG em Ciência do Solo e do PPG em Agronomia, ministrando as disciplinas de Manejo e Conservação do Solo, e de Sistemas de Produção Orgânicos e Convencionais. Foi membro titular do Conselho Universitário (CONSUNI-UFPB) nos períodos de 2009-2017 e 2019-2021. Atuou como membro do Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável (CEDRS-PB) e do Conselho Técnico-Administrativo da EMATER-PB. Tem experiência na execução e coordenação de diversos programas e projetos vinculados a: CNPq, PNPd/CAPES, SECAD/MEC (Conexões de Saberes), SESu/MEC (PROEXT) e INCRA/MDA (PRONERA). Tem atuação em ensino, pesquisa e extensão com ênfase em manejo e conservação de solo e água, qualidade do solo, aptidão agrícola das terras, sistemas de produção e agricultura sustentável.  
**santosdjail@gmail.com**





**George do Nascimento Ribeiro:** Possui graduação em Agronomia (2003) e mestrado em Manejo e Conservação de Solo e Água (2006) pela Universidade Federal da Paraíba, doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2014) e Pós-doutorado em Fontes Alternativas de Energias pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da UFCG (LABFREN/UFCG). Atualmente é professor da Universidade Federal de Campina Grande/CDSA/Campus Sumé. Tem experiência nas áreas de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto (recursos naturais, geotecnologias e mapeamento temático) e em Energias Renováveis (produção de hidrogênio como fonte de combustível para fuel cell e energia solar - placas fotovoltaicas).

**george@ufcg.edu.br**

**José Nilton Silva:** Bacharel em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2009), Mestre e Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2013), Licenciado em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (2006). Professor Adjunto na Universidade Federal de Campina Grande, lotado no Departamento de Engenharia Química, do Centro de Ciências e Tecnologias. Tem experiência na área de Engenharia Química, Sistemas Computacionais, com ênfase em processos e processamento de dados, atuando principalmente nos temas: modelagem, simulação de processos, projeto de processos industriais e energias renováveis. Na área de Gestão em Ciência, Tecnologia e Inovação é ativo em Sistemas de Inovação, Empreendedorismo Inovador, Proteção do Conhecimento, Transferência de Tecnologia, Interação Universidade-Empresa e Incubadoras de Empresas/Parques Tecnológicos. É orientador do quadro dos PPGs em Engenharia Química-UFCG e do PROFNIT, ponto focal Paraíba. Coordenou o Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia NITT/UFCG (2017-2018), e atual Assessor de PI do NITT-UFCG, e em 2018, Diretor Geral da Fundação Parque Tecnológico da Paraíba - PaqTcPB.

**nilton.silva@ufcg.edu.br**

**Gypson Dutra Junqueira Ayres:** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2005). Mestre em Engenharia Agrícola em Armazenamento e Construção Rural pela Universidade Federal de Campina Grande (2020). Doutorando em Engenharia Agrícola no PPGEA da UFCG. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Projetos no Banco do Brasil. Atualmente trabalha com temas vinculados a Construção Rural e Armazenamento, Automação e Monitoramento a Distância.

**fgypsond@gmail.com**

**Raimundo Calixto Martins Rodrigues:** Professor Assistente na Universidade Estadual do Maranhão, possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2003), Mestrado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (2008), Doutorando em Engenharia Agrícola no PPGEA da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de construções rurais e ambiência.

**calixto\_80@hotmail.com**

