



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**



**RONILDO ALCÂNTARA PEREIRA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DAS CONDIÇÕES  
ANTROPONATURAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI-  
PB**

Campina Grande-PB  
2008

**RONILDO ALCÂNTARA PEREIRA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DAS CONDIÇÕES  
ANTROPONATURAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI-  
PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Manejo Integrado de Bacias hidrográficas

Orientador: Prof. Dr. José Dantas Neto  
Coorientador: Prof. Dr. Erivaldo Moreira Barbosa

Campina Grande  
Dezembro – 2008

**RONILDO ALCÂNTARA PEREIRA**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DAS CONDIÇÕES  
ANTROPONATURAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI-PB**

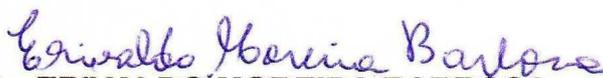
**APROVADA EM: 09/12/2008**

**BANCA EXAMINADORA**



**Dr. JOSÉ DANTAS NETO**

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



**Dr. ERIVALDO MOREIRA BARBOSA**

Centro de Ciências Jurídicas de Sousa - CCJS  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



**Dr. JOSÉ PIRES DANTAS**

Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



**Dr. BERNARDO BARBOSA DA SILVA**

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

*A Nilda, Clénia, Siimara e Ana.  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Um feito alcançado por meio do trabalho e da superação dignifica e envaidece. E o tempo gasto para realizá-lo é apenas um detalhe. Já as dificuldades, por ventura encontrada, só valorizam a conquista. Por isso, dou graças a Deus por me presentear com esse momento.

Agradeço...

À minha família, pelo apoio incondicional e compreensão que me destinaram durante o transcorrer do curso, muitas vezes abrindo mão da atenção, a que tinham direito.

Aos meus Pais e de modo especial a minha Mãe, de saudosa memória.

À Maria dos Milagres pelo apoio e inspiração nas horas mais difíceis.

Às instituições e ao povo de São João do Cariri, pelo fornecimento das informações que permitiram a construção deste trabalho.

Aos Agentes de Saúde: D. Rita, Josilda, Fabiano e Rivelino pelo auxílio na aplicação dos questionários.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, pela sessão das imagens de satélite, componente fundamental neste estudo.

Ao Getúlio, Nadja, Madson, Clécio e ao Rafael *in memoriam*, pelo suporte com o CAD, Spring e revisão do Processamento das Imagens.

Aos professores José Dantas e Erivaldo Barbosa pela orientação.

À Josandra pela convivência e pelo compartilhamento dos aspectos bons ruins, em todos os momentos no transcorrer do curso.

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste estudo, muito obrigado!

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Limites do semi-árido brasileiro	47
Figura 2 - Localização da área de estudo	48
Figura 3 – Regiões bioclimáticas da área de estudo	49
Figura 4 – Demonstrativo dos índices de pluviosidade de São João do Cariri	50
Figura 5 – Variação intra-anual da pluviosidade do período estudado	50
Figura 6 - Metagranitóide PM! Sinmigmatíticas evento típico dos Cariris Velhos	52
Figura 7 - Mapa geomorfológico da Paraíba	55
Figura 8 - Evolução do rebanho pecuário de São João do Cariri	58
Figura 9 - Índice de vegetação da área de estudo – 1987	63
Figura 10 – Índice de vegetação da área de estudo – 1996	64
Figura 11 – Índice de vegetação da área de estudo – 2007	65
Figura 12 – Composição multiespectral ajustada das classes de vegetação	67
Figura 13 - Plantio de milho entre as Algarobas e uma visão geral rio do Taperoá	68
Figura 14 - Vegetação preservada da RPPN – Santa Clara	69
Figura 15 - Ocupação das áreas de matas ciliares pela algaroba	70
Figura 16 - Classes da cobertura vegetal do ano de 1987 - São João do Cariri	72
Figura 17 - Classes da cobertura vegetal do ano de 1996 – São João do Cariri	73
Figura 18 - Classes da cobertura vegetal do ano de 2007 – São João do Cariri	74
Figura 19 - Contraste entre áreas preservadas e degradadas	75
Figura 20 – Percentuais da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal	76
Figura 21 – Efeito da erosão lateral provocada por enxurradas	78
Figura 22 - Porcentagens da vulnerabilidade – 1987	80
Figura 23 - Porcentagens da vulnerabilidade – 1996	81
Figura 24 - Porcentagens da vulnerabilidade – 2007	82
Figura 25 – Percentual das classes de cobertura vegetal	83
Figura 26 - Impactos decorrentes da agricultura praticada no município	84
Figura 27 – Sede do Projeto Água na comunidade Uruçu	85
Figura 28 - Reta das variáveis da unidade crítica de deterioração social	87
Figura 29- Valore significativos das variáveis do fator social	88
Figura 30 - Reta das variáveis da unidade crítica de deterioração econômica	89
Figura 31 - Valores significativos da variável econômica	91
Figura 32 - Reta das variáveis da unidade crítica de deterioração tecnológica	92
Figura 33 - Valores significativos da variável tecnológica da área de estudo	92
Figura 34 - Um retrato do meio rural e do produtor na área estudo	93

Figura 35 - Reta da unidade crítica de deterioração ambiental	94
Figura 36 - Aspecto da destinação dada às embalagens de defensivos	94
Figura 37 - Prioridades relatadas pelos proprietários da área de estudo	96

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores ambientais e variáveis da degradação das áreas semi-áridas	25
Tabela 2 - Códigos e variáveis dos diagnósticos, socioeconômico e ambiental	45
Tabela 3 - Evolução da área plantada com culturas temporária no município	59
Tabela 4 - Distribuição do número de propriedades rurais de São João do Cariri	60
Tabela 5 - Distribuição da população por domicílio nas últimas décadas	61
Tabela 6 - Parâmetros utilizados na composição multiespectral ajustada	66
Tabela 7 - Parâmetros para a classificação de padrões das imagens TM/Landsat e CCD/CBERS	71
Tabela 8 - Percentual das classes de cobertura vegetal do Município de São João do Cariri nos últimos vinte anos	76
Tabela 9 - Deterioração encontrada nas propriedades adjacentes ao rio Taperoá	95

## LISTA DE SIGLAS

<b>BNB</b>	<b>Banco do Nordeste do Brasil</b>
<b>CBERS</b>	<b>Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres</b>
<b>CERTI</b>	<b>Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras</b>
<b>CONAMA</b>	<b>Conselho Nacional de Meio Ambiente</b>
<b>CIDIAT</b>	<b>Centro Internacional de Dessorollo Integral de Aguas y Tierras</b>
<b>DATASUS</b>	<b>Departamento de informação do Sistema Nacional de Saúde</b>
<b>DNOCS</b>	<b>Departamento Nacional de Obras Contra as Secas</b>
<b>EMBRAPA</b>	<b>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária</b>
<b>FISET</b>	<b>Fundo de Investimento Setorial</b>
<b>GPS</b>	<b>Global Position Sistem</b>
<b>IBAMA</b>	<b>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</b>
<b>IBGE</b>	<b>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</b>
<b>INCRA</b>	<b>Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária</b>
<b>INPE</b>	<b>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais</b>
<b>IOCS</b>	<b>Inspetoria de Obras Contra as Secas</b>
<b>IFOCS</b>	<b>Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas</b>
<b>IRPAA</b>	<b>Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada Delimitação do Semi-árido</b>
<b>NDVI</b>	<b>Sigla em Língua inglesa de Índice de Vegetação</b>
<b>PIB</b>	<b>Produto Interno Bruto</b>
<b>ONGs</b>	<b>Organizações Não Governamentais</b>
<b>ONU</b>	<b>Organização das Nações Unidas</b>
<b>PNUMA</b>	<b>Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente</b>
<b>PNRH</b>	<b>Política Nacional de Recursos Hídricos</b>
<b>POTAFOS</b>	<b>Instituto da Potassa &amp; Fosfato</b>
<b>RGB</b>	<b>Sigla em inglês que corresponde as cores Vermelha, Verde e Azul</b>
<b>RPPN</b>	<b>Reserva Particular do Patrimônio Natural</b>
<b>SIG</b>	<b>Sistema de Informações Geográfica</b>
<b>SISMANA</b>	<b>Sistema de Meio Ambiente Nacional</b>
<b>SUDEMA</b>	<b>Superintendência Estadual do Meio Ambiente</b>
<b>SUDENE</b>	<b>Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste</b>
<b>SNGRH</b>	<b>Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos Sensor</b>
<b>TM</b>	<b>Thematic Mapper</b>
<b>UFMG</b>	<b>Universidade Federal de Campina Grande</b>
<b>UFSC</b>	<b>Universidade Federal de Santa Catarina</b>
<b>UNCCD</b>	<b>United Nations Convention to Combat Desertification</b>
<b>USDA</b>	<b>Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América</b>

## RESUMO

Sabe-se que a problemática ambiental vem sendo discutida por praticamente todos os setores da sociedade. Tanto pela certeza da extinção dos recursos naturais frente ao aumento do consumo, como a adesão de organismos supranacionais ao discurso preservacionista justificam tamanha preocupação. Esta crise ambiental, que para muitos é uma crise de toda uma civilização, evidencia maiores conseqüências em países pobres ou emergentes, em virtude do modelo capitalista de produção que normalmente se sobrepõe aos interesses sociais e ambientais. Tal crise adquire característica alarmante, sobretudo em áreas cujas condições climáticas são determinantes para a sobrevivência das populações residentes, e devido à ineficiência das políticas governamentais destinadas a minimizar os efeitos das sucessivas estiagens, ou porque há a falta de conhecimento das especificidades locais, ou em virtude da ausência de um planejamento contemplando a parcela mais carente da população. Citam-se aqui os programas mal-sucedidos para o semi-árido brasileiro, a exemplo do SUDENE, do Projeto Sertanejo e das diretrizes do DNOCS. Em contrapartida, a introdução da algaroba (*Prosopis Juliflora*) no semi-árido vem superando qualquer outra ação governamental nesta área, já que de imediato produziu impactos de significativa importância: ao mesmo tempo econômica e socialmente, uma vez que se aplicou dinheiro público junto aos latifundiários estabelecidos na área; e em termos ambientais quando provocou o desmatamento da vegetação da Caatinga para a introdução de uma espécie exótica. Neste estudo, procurou-se diagnosticar os principais problemas ambientais existentes no município de São João do Cariri – PB, com maior ênfase nas áreas mais antropizadas, compreendidas pelas propriedades contíguas ao rio Taperoá, e buscou-se avaliar que forma aqueles problemas afetam as condições de vida da população ali residente. De pronto, aponta-se que a utilização de imagens de satélite na análise dos impactos ambientais evidenciou um processo contínuo de perda da cobertura vegetal nos últimos vinte anos, embora nos últimos cinco anos tenha se observado uma pequena recuperação em algumas áreas do município. O município em questão está totalmente inserido no semi-árido, ocupando 1,5% do território do estado da Paraíba e vem sendo explorado pela agricultura e principalmente pela pecuária extensiva, desde a época da colonização, resultando num intenso processo de desmatamento, processo que se precipita numa série de outros problemas, tanto ambientais, como sociais. A análise dos dados socioeconômicos levantados pela pesquisa, através de questionários dá suporte para que se possa afirmar que, não obstante as características ambientais adversas, a população mostra um surpreendente poder de adaptabilidade às condições a que estão expostas. Mas, claro, se continua à busca de ações governamentais que se traduza em infra-estrutura física e assistência técnica capazes de aumentar a produtividade do setor rural do município analisado. Testemunhou-se, por ocasião do trabalho de campo, uma verdadeira afronta às leis ambientais, técnicas inadequadas de produção, desconhecimento para o manejo com defensivos e outras ações que se refletem em degradação ambiental e social, o que reforça, portanto, a necessidade de assistência técnica governamental à produção no meio rural.

**Palavras-chave:** Problemática ambiental, políticas públicas, sensoriamento remoto, diagnósticos ambientais.

## ABSTRACT

It knows that the environmental problematic comes being discussed by practically all society sectors. This big concern happens for the natural resources extinction caused by increase in consumption and adherence of supranational organisms to the preservation speech. This environmental crisis, that for many ones means a crisis of all civilization, evidences the greatest consequences on emerging and poor countries, because of the production capitalist model which normally it is over social and environmental interests. This crisis purchases alarming features, especially on areas whose climatic conditions are determinants for the survival of the resident populations and the inefficiency of the governmental policies for minimize the effects of successive droughts, or it has a lack of local specificities knowledge, or yet because of the absence of a planning which contemplate the neediest population. It could be cited here the evil to succeed programs to the Brazilian Semi-arid like SUDENE, Projeto Sertanejo and DNOCS. In the other hand, the introduction of mequite (*Prosopis juliflora*) in semi-arid overcomes any other governmental action in this area, since immediately it was produced economic and social impacts of significant importance, knowing that it was applied public money next to landowners set in the area. In environmental terms, the impact happens when it was caused the deforestation of Caatinga to introduce the exotic species. In this work, it was diagnosed the main environmental problems existing at São João do Cariri-PB municipality, with greater emphasis on area most anthropic along the Taperoá river, and it was evaluated how those problems affect living conditions of the resident population. It is pointed that the use of satellite images in the analysis of the environmental impacts evidenced a continuous process of loss of the vegetal covering in the last twenty years. Even so in the last five years, it has observed a small recovery in some areas of the city. São João do Cariri-PB city is totally inserted in the semi-arid zone, occupying 1.5% of the territory from the Paraíba state and comes being explored for the agriculture and mainly for the cattle extensive, since the colonization, resulting in an intense process of deforestation which is precipitated by a series of other problems, as much environmental as social. The socioeconomical data analyses by this search, through the questionnaires, gives support to confirm that the population shows a surprising adaptability power to the conditions that are exposed. But, clearly, it is continued the search of governmental actions that reflect in a physical infrastructure and assistance technique capable to increase the productivity of the agricultural sector in analyzed city. It was testified, for occasion of the field work, a true one confronts to the environmental laws, inadequate techniques of production, unfamiliarity for the handling with defensives and other actions that if they reflect in ambient and social degradation, what it strengthens, therefore, the necessity of governmental technique assistance to the production in the agricultural environment.

**Key-words:** Environmental problematic, political publics, remote sensing, environmental diagnostics.

## RESUMEN

Se entiende que la problemática ambiental ha sido discutida habitualmente por casi todos los sectores de la sociedad. Tanto la certeza del fin de los recursos naturales ante a la ampliación del consumo, como la adhesión de organismos supranacionales al discurso en defensa de la preservación justifican tan grande preocupación. Esta crisis ambiental, que para muchos es una crisis de toda la civilización, comprueba lo de las consecuencias más grandes en los países pobres o emergentes, debido al modelo capitalista de producción que normalmente se superpone a los intereses sociales y ambientales. Tal crisis se vuelve inquietante sobretudo debido a las áreas cuyas condiciones climáticas determinan la supervivencia de las poblaciones residentes, y debido a la ineficacia de las políticas gubernamentales destinadas a la disminución de los efectos de los estiajes sucesivos, o porque hay una falta de conocimiento de las características específicas locales, o en virtud de la ausencia de planeamiento incluyendo la parte más necesitada de la población. Se trata por ejemplo de los programas que no lograron éxito ante el semiárido brasileño a ejemplo de la SUDENE, del Proyecto “Sertanejo” y las directrices del DNOCS. En cambio, la introducción del algarrobo (*Prosopis Juliflora*) en el semiárido ha superado cualquier otra acción gubernamental en este área, ya que inmediatamente se produjo impactos de gran importancia: al mismo tiempo económica y socialmente, ya que empleó el dinero público aplicado junto a los latifundistas establecidos en el área; y en términos ambientales cuando provocó el desmonte de la vegetación de la Caatinga para la introducción de una especie exótica. En este estudio, se buscó diagnosticar los principales problemas ambientales existentes en el municipio San Joao del Cariri - PB, con énfasis más grande en las áreas antropizadas, comprendidas por las propiedades adyacentes al río Taperoá, y se buscó ver de que manera aquellos problemas afectan a las condiciones de la vida de la población allí residente. De antemano, se señala que la utilización de imágenes de satélite en el análisis de los impactos ambientales comprobó un proceso continuo de pérdida de la cobertura vegetal en los últimos veinte años, aunque en los últimos cinco años se haya observado una pequeña recuperación en algunas áreas de la ciudad. El municipio en análisis está totalmente inserto en el semiárido, ocupando el 1.5% del territorio del estado de Paraíba y ha sido explotado por la agricultura y sobretudo por la pecuaria extensiva, desde la época de la colonización, generando un intenso proceso de desmonte, proceso que se amplía en una serie de otros problemas, sean ambientales, sean sociales. El resultado de los datos socioeconómicos, conocidos desde la investigación a través de los cuestionarios se nos permite afirmar que, no obstante las adversas características ambientales, la población demuestra un sorprendente poder de adaptabilidad a las condiciones a las que están expuestas. Pero, claro, se continúa a intentarse acciones gubernamentales que se constituyen en una infraestructura física y en una asistencia técnica capaces de agrandar la productividad del sector rural del municipio analizado. Se atestiguó, en la ocasión de la inversión de campo, una verdadera afrenta a las leyes ambientales, a las técnicas inadecuadas de producción, al desconocimiento para trabajar con productos defensivos y otras acciones que se vuelven en degradación ambiental y social, lo que refuerza, por lo tanto, la necesidad de asistencia técnica gubernamental a la producción en el ambiente rural.

**Palabras-clave:** Problemática ambiental, políticas públicas, teledetección, diagnósticos ambientales.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>17</b>
3.1 SOCIEDADES <i>VERSUS</i> PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	17
3.2 INSTITUIÇÕES: A DISTÂNCIA ENTRE O DISCURSO E A PRÁTICA SOCIOAMBIENTAL	20
3.3 SEMI-ÁRIDO: SECA E EXPLORAÇÃO.	26
3.4 ALGAROBA E REFLORESTAMENTO DA CAATINGA: OU SOLUÇÃO PROBLEMA?	31
3.5 A IMPORTANCIA DO SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE DAS CLASSES E USO DA TERRA	34
3.6 O DOS QUESTIONÁRIOS PARA OS DIAGNÓSTICOS, SOCIOECONOMICO E AMBIENTAL	36
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>38</b>
4.1 MATERIAIS	38
4.2 O ESPAÇO DA PESQUISA	39
4.3 MÉTODOS	39
4.4 PROCESSAMENTO DIGITAL DAS IMAGENS	41
4.4.1 Aplicação de contrastes	41
4.4.2 Operações aritméticas - razão entre bandas – NDVI	42
4.4.3 Composição multiespectral ajustada ( $b_3 + NDVI + b$ )	42
4.4.4 Segmentação	42
4.4.5 Classificação de padrões	43
4.4.6 Editoração dos mapas temáticos	43
4.5 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS, AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICO	43
<b>5. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E SOCIOCONÔMICOS DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>46</b>
5.1 OS CRITÉRIOS PARA DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO	46
5.2 O MUNICÍPIO	47
5.2.1 O clima	48
5.2.2 Estrutura Geológica	51

5.2.3 Recursos Edáficos	52
5.2.4 A Cobertura Vegetal	52
5.2.5 Características da rede hidrográfica e os recursos hídricos	53
5.2.6 Aspectos geomorfológicos	54
5.3 A OCUPAÇÃO DO <i>HINTERLAND</i> E O PRIMEIRO NÚCLEO DE POVOAMENTO DO CARIRI PARAIBANO	55
5.3.1 Base econômica	58
5.3.2 Estrutura fundiária	59
5.3.3 Estrutura demográfica	60
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	
6.1 CLASSES DE USO DA TERRA: RESPOSTA ESPECTRAL DOS ALVOS	62
6.1.1 Processamento das imagens via contraste linear	62
6.1.2 NDVI/imagem sintética	62
6.1.3 Composição Multiespectral Ajustada	65
6.2 MAPAS DIGITAIS DAS CLASSES DE COBERTURA VEGETAL	69
6.3 MAPAS DOS NÍVEIS DE VULNERABILIDADE DA COBERTURA VEGETAL	78
6.4 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO	86
6.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	93
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>97</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>99</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>105</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A problemática ambiental é na atualidade um tema de relevância em todas as esferas do conhecimento. Esta importância emergiu no seio da sociedade após os anos setenta do século passado, em virtude da intensificação da exploração da natureza, provocada pelo modelo capitalista de produção, mas, principalmente, devido a uma maior conscientização sobre a finitude dos recursos naturais. Outras razões para esse posicionamento da sociedade são a intensa acumulação de capitais e o ritmo frenético no padrão de consumo nas últimas décadas do século XX para algumas sociedades.

A pressão sobre os recursos naturais toma maior proporção em países pobres e emergentes e, especialmente, em áreas, cujo quadro climático se mostra árido ou semi-árido, motivado, sobretudo, pelas condições socioeconômicas de grande parcela da população residente, caracterizada pela pobreza e pela falta de acesso às tecnologias apropriadas à exploração dos recursos naturais nestas áreas.

Apesar da falta de conhecimentos mais aprofundados destes espaços, os poucos estudos realizados apontam na direção da necessidade de um volume maior de pesquisas que promovam as condições técnicas voltadas para a sustentabilidade.

Entretanto a negligência em relação a destinação de recursos para pesquisa fica evidente quando são examinados os investimentos para pesquisas sobre biodiversidade e conservação no bioma Caatinga, apesar de ser este o único espaço ecológico puramente brasileiro. Contudo, parece natural que a pesquisa científica dê prioridade de investimento nas áreas supostamente mais rentáveis sem que, no entanto, se esqueça de amparar outras áreas, a exemplo das zonas semi-áridas, e desenvolvê-las da mesma forma.

Em se tratando de Nordeste brasileiro, pelo fato de o semi-árido compreender uma grande parte de seu território e possuir uma densidade populacional bastante expressiva, os efeitos da demanda sobre o meio ambiente têm provocado sérios impactos, os quais refletem diretamente na produção, na conservação do meio ambiente e, por extensão, na qualidade de vida das pessoas. Além disso, o fenômeno da seca não apenas castiga a população e os rebanhos, mas também serve de justificativa, tanto para a manutenção do histórico quadro de miséria ali instalado, bem como serve de esteio à manutenção de seu *status quo*.

Com isso, cria-se e mantêm-se duas classes distintas: de um lado, uma elite abastada, que concentra para si renda e poder e, de outro, uma leva de despossuídos à mercê de que o Estado desenvolva políticas públicas assistenciais e invista em pesquisas que atenuem os efeitos nas áreas secas, de modo a propiciar uma melhor convivência com a estiagem.

Essa conjuntura parece contraditória, nos dias atuais, tendo em vista o nível tecnológico e informacional que a sociedade atingiu, capazes de gerar uma exploração sustentável, melhor produtividade na agricultura, bons resultados na pecuária e um uso racional dos recursos naturais.

Em contraposição a tal situação, busca-se em Rebouças (1997), o caso dos Estados Unidos da América, cujos contrastes fisicoclimáticos são, relativamente, muito mais pronunciados do que os nossos, mas cuja eficiência no uso da água disponível e a grande produtividade da sua agricultura transformaram sua zona semi-árida numa potência agrícola mundial.

Outro exemplo significativo, segundo o mesmo autor, é o caso de Israel, que atualmente se encontra entre as grandes potências agrícolas mesmo tendo em seu território índices pluviométricos com médias anuais baixíssimas.

Como se vê, não são as condições climáticas os principais determinantes do quadro caótico que se estabeleceu no Semi-árido brasileiro, mas políticas públicas mal formalizadas e a utilização desordenada dos recursos naturais que têm imposto a esta área, impactos de magnitude significativa e baixa qualidade de vida às populações, só comparadas a algumas regiões da África.

No que concerne ao meio ambiente físico, os ditos impactos atingem extensas áreas de solos expostos, ocasionando águas de baixa qualidade, impróprias ao consumo humano e animal, à produção, bem como o empobrecimento do solo. Enquanto isso, nas áreas de aluvião, normalmente de uso agrícola, uma espécie exótica, a Algaroba (*Prosopis Juliflora*), se alastra sem controle numa competição desigual com a flora nativa (VILAR, 2006).

Ante esse quadro, poder realizar diagnósticos ambientais, utilizando ferramentas oferecidas pelo sensoriamento remoto, permite um melhor diagnóstico da realidade e analisar extensas áreas sem prejuízo na qualidade do estudo realizado, o que, sem dúvida, auxilia na tomada de decisões.

Outro recurso importante nesse sentido é o diagnóstico sócio-econômico, outra forma investigativa, a qual propicia informações complementares ao sensoriamento remoto, pois analisa a situação social e econômica da população, revelando, assim, a deterioração sócio-econômica das famílias ali residentes.

Em relação ao diagnóstico ambiental, entende-se que o mesmo se propõe, dentre outras possibilidades, a levantar todos os elementos relativos à poluição direta do meio ambiente para que então se possa recomendar medidas capazes de recuperar e preservar o meio ambiente nas circunstâncias em que seja necessário.

Diante desse quadro atual, cada vez mais se torna essencial realizar estudos voltados para a investigação ambiental na atualidade, sobretudo no contexto do Semi-árido, onde os aspectos qualitativos dos recursos beiram a exaustão.

Nesse sentido, em vista da necessidade de reverter o quadro social e ambiental do semi-árido através de um estudo sério e aprofundado, é que se vê que todo e qualquer potencial produtivo ali existente precisa ser utilizado de forma racional ao longo do tempo, seja ele em período de seca ou de chuva regulares. Enfim, é imperativo obter-se um conhecimento aprofundado das questões ali existentes, no espaço deste estudo, de modo a contribuir para o uso racional no aproveitamento de suas áreas contíguas, propícias à agricultura, à pecuária e às demais atividades ali desenvolvidas.

Parece pertinente, ademais, uma análise a respeito da introdução e disseminação da espécie exótica Algaroba (*Prosopis Juliflora*) nas várzeas do citado rio, uma vez que se entende que tal fato vem precipitando uma série de conflitos, haja vista a impropriedade no manejo nas manchas de solos aluviais, *locus* preferido da citada espécie.

Apesar de a Algaroba ser importante para o semi-árido, na alimentação humana, forragem e mesmo em algumas situações como sombra e extração de madeira (RIBASKI, 2003), não há como negar que deve haver um manejo consciente que afaste a população das áreas de plantio, sobretudo, devido ao grande número de vetores que servem à sua disseminação.

A soma dos condicionantes supra-referenciados, aliada às condições climáticas de semi-aridez, tem inviabilizado ali muitas atividades relacionadas à agricultura e à pecuária. Além disso, a ausência de assistência técnica e de aparato tecnológico que favoreçam melhores resultados econômicos vem contribuindo largamente para o quadro de deterioração há muito instalado na área.

Acrescente-se, ainda, a estes aspetos limitantes, o fato de que as pesquisas desenvolvidas com a finalidade de averiguar os problemas ali existentes se mostram muitas vezes ineficazes, devido à incompatibilidade entre a heterogeneidade do ambiente e a generalização das investigações.

Contudo, não se pode deixar de reconhecer que já existem resultados, ainda que pontuais, das experiências decorrentes de pesquisa, tanto em nível de semi-árido, como no âmbito do próprio município, que têm se voltado ao aproveitamento racional dos recursos existentes, sem maiores impactos ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, com êxito econômico e social.

Por fim, após justificar-se a relevância da pesquisa, se espera que a mesma contribua para a sociedade enquanto processo de avaliação dos efeitos ecológicos, econômicos e sociais, que derivam das condições antroponaturais, e que também possa ter seus resultados conhecidos pelos poderes públicos e pela sociedade (BRASIL, 1995). Assim, a meta que norteou esse trabalho, coincide com o que preconiza a Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei 6.938/81, a qual prega a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, tendo em vista primar por condições que promovam o desenvolvimento sócio-econômico e à proteção da dignidade da vida humana.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar a degradação ambiental decorrente da ocupação e uso do solo no município de São João do Cariri-PB, e realizar um levantamento socioeconômico e ambiental, nas propriedades rurais adjacentes ao rio Taperoá, no trecho que corta o município, visando, conhecer de que forma os reflexos dessa degradação afetam as condições de vida da população local.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar uma análise fotointerpretativa, utilizando o processamento digital de imagens, através da elaboração de mapas temáticos que identifiquem o contexto real de uso dos recursos hídricos, edáficos e florestais e a evolução espaço-temporal da degradação das terras na área do município de São João do Cariri, nos anos de 1987, 1996 e 2007.
- ✓ Analisar os índices de deterioração ambiental, econômica, social e tecnológica praticada pela população nas áreas correspondentes às margens do rio Taperoá, no âmbito do município de São João do Cariri;
- ✓ Quantificar e qualificar os níveis de vulnerabilidade da cobertura vegetal e o avanço da Algaroba nas terras agricultáveis, ao longo dos rios, através da análise dos conflitos provocados por este processo, como forma de alertar e prevenir a sociedade quanto aos efeitos biológicos e econômicos decorrentes da falta de manejo da espécie.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 SOCIEDADES *VERSUS* PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

A definição de meio ambiente sempre esteve intimamente relacionada ao modo como a sociedade a observa e concebe. Na verdade, desta relação entre homem e natureza depende de toda e qualquer influência na dinâmica de funcionamento dos sistemas (ambientais), intercâmbio este que sempre foi determinado pelo conhecimento de mundo e por questões teológicas.

Para Christofolletti (1999), o significado e a valoração do meio ambiente estão vinculados ao modo como a sociedade se relaciona com ele, normalmente levando-se em conta principalmente a influência das atividades econômicas.

Inúmeras são as definições de meio ambiente, sempre forjadas com o intuito de favorecer os interesses de quem as concebe.

Jolivet e Pavé (2002), por exemplo, dizem que o meio ambiente compõe-se de um conjunto de meios naturais ou artificiais da ecossfera, onde o ser humano se instalou e pôs seu domínio, como também de um conjunto de elementos não submetidos a seu controle e que são vitais a sua sobrevivência.

Uma abordagem considerada concisa no estabelecimento da relação da sociedade com a natureza pode ser aquela que consta na lei federal brasileira do final do século passado, a qual delineou a política nacional do meio ambiente, qual seja, Lei federal 6.938/81. De acordo com a citada lei, aquela relação se caracteriza por um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. Tomando-se como base o texto da mesma lei, em seu artigo 2º, se entende que o meio ambiente compõe-se de um sistema de elementos bióticos, abióticos e socioeconômicos, com o qual interage o homem, e ao qual se adapta, o transforma e o utiliza para satisfazer suas necessidades.

Para Tayra (2004), foi a necessidade de desenvolver-se e, para isto, as sociedades humanas realizando uma busca incessante, que fez o homem dar-se conta de sua capacidade de modificar o espaço e, com isso, conquistar seu bem-estar. Assim, visando o homem este objetivo primordial, ele atravessou os milênios, ocupando espaços, por mais inóspitos que fossem, sempre aperfeiçoando as técnicas que o favorecesse em seu intuito.

Dessa forma, através do conhecimento acumulado, foi possível a apropriação da natureza, a domesticação de animais e, principalmente, as formas de organização de grupos sociais.

Com o domínio das técnicas e a conseqüente modificação do meio que o circundava, foi possível perceber não apenas a capacidade de modificar os espaços, mas também os impactos

ocasionados por tais ações, embora, em muitos casos, dado aos interesses econômicos, fosse mais conveniente ignorar os efeitos dessa degradação (TAYRA, 2004).

Correia (2001) afirma que quando o homem deixou de ser nômade, sentiu necessidade de prover a sua subsistência e da sua família. Assim, ao retirar o estrato vegetal que cobria o terreno para, em seu lugar, realizar uma exploração, o homem expôs o solo à ação direta da água da chuva e/ou vento que, pela ação erosiva provoca o seu desgaste e, portanto, a perda dos nutrientes indispensáveis às culturas, o que, por fim, transformou ele próprio em uma vítima de suas ações.

Os primeiros vestígios de técnicas aplicadas à agricultura datam de cerca de seis mil anos na Mesopotâmia e no Egito antigo, em cujas práticas se pode observar mais aspectos indicando a sustentabilidade do que em épocas recentes, embora exista conhecimento e tecnologia muito mais evoluídos (ALMEIDA, 2008).

Para Leff (2006), contudo, todo o saber na trajetória da humanidade, no trato com a natureza, está inevitavelmente ligado a um contexto geográfico, ecológico e social, o qual é responsável por toda a formação social, sem, claro, esquecer-se dos interesses econômicos que têm forte peso nesta relação.

Da mesma forma, as práticas produtivas dependentes do meio natural e da estrutura social das várias culturas estabelecidas propiciaram formas de perceber a natureza e, ao mesmo tempo, geraram mecanismos específicos para apropriar-se do meio ambiente e transformá-lo. Primeiramente, através da agricultura, depois se estendendo para outros campos (LEFF, 2006).

A partir de então, o aumento da demanda sobre o meio ambiente, que se mostrou equilibrado até o advento da Revolução Industrial, transformou-se num novo modelo de relação entre as sociedades e a natureza, inicialmente na Europa, espalhando-se depois das grandes navegações pelo novo mundo.

No Brasil, segundo Andrade (1986), a depleção das terras teve início com o estabelecimento de firmas mercantis portuguesas que passaram a explorar a monocultura da cana-de-açúcar, cuja expressão máxima configurou-se no engenho.

Este empreendimento na época era protegido pela lei da metrópole como atividade exclusiva, em virtude das excepcionais condições edafoclimáticas para a produção açucareira, mas também por representar a estruturação econômica lusitana na época. Entretanto, a ocupação das terras não se restringiu apenas à faixa costeira.

Ainda de acordo com Andrade (1986), na busca por outra atividade que não requeresse tanto investimento em terras, equipamento e mão-de-obra, as áreas mais afastadas do litoral foram sendo desbravadas pelo homem e seus rebanhos, que, de algum modo, davam suporte à atividade

açucareira, através do fornecimento de carne, pele e animais de transporte. Nascia ali o curral como representação da ocupação colonial das terras do “Sertão”.

Dessa forma, as terras semi-áridas foram sendo ocupadas sob a égide de uma atividade econômica degradante – a pecuária – realizada até os dias de hoje, de forma ultra-extensiva e sempre acima da capacidade de forragem das propriedades rurais (ARAÚJO FILHO, 2002).

Afora o modo como o Semi-árido foi e continua sendo ocupado, ainda existe o fenômeno da seca que se constitui como um elemento essencial nesta análise, uma vez que vem castigando a população mais carente, desde que a mesma se fixou nessa área. Contudo, vale lembrar, tal argumento já não serve como justificativa aceitável para a pobreza, a baixa produtividade nos setores econômicos e a degradação ambiental ali instalada e que avançam em processo acelerado (ANDRIGHETTI, 1998).

Enquanto se discute a competência para resolver o problema da degradação do meio ambiente produtivo no semi-árido, os problemas se acumulam, pois os mesmos estão relacionados muitas vezes a situações conflitantes e não podem ser atribuídas exclusivamente às extremas condições físico-climáticas, como se tenta justificar (AB’SABER, 1974).

Nesse sentido, Ab’Saber (op.cit), afirma:

Além do rigor climático extremo presente no semi-árido, concomitantemente, também se discute a falta d’água, a desertificação e outros impactos, atribuindo-os à população que sobrevive no domínio das caatingas, o acréscimo de degradações pontuais em decorrência das atividades agrárias rústicas, onde se destaca o pastoreio ultra-extensivo.

Este é um problema que há muito tem ocupado governos e organismos nacionais e internacionais na busca de soluções que representem sua diminuição ou mitigação.

Como forma de combater os efeitos da estiagem, as ações do governo central se iniciam por volta de 1877, ainda no Brasil - império. Contudo, providências que podem ser consideradas efetivas só ocorreram de fato 30 anos depois.

Em 1909, criava-se a IOCS (Inspetoria de Obras Contra as Secas) que mais tarde se transformaria em IFOCS (Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas) e, em 1945, em Dnocs (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas). Em 1952, criou-se o BNB (Banco do Nordeste do Brasil) e, em 1959, a SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) (DUARTE, 2001).

De acordo com Campos e Villa (2006), apesar do grande avanço que a criação da SUDENE representou para a região, esta não conseguiu atuar nos moldes a que se propunha, sobretudo no que diz respeito ao semi-árido. A instabilidade política de 1964 fez com que a Autarquia perdesse a autonomia necessária para executar seus programas, tanto no âmbito político como no econômico.

Na década de 1970, alguns projetos embasados na ideologia do desenvolvimento rural integrado chegaram a ser elaborados e implementados. Entretanto, como historicamente vem ocorrendo, esses projetos foram submetidos a diversas redefinições de modo a atender diretamente aos interesses privatistas da oligarquia local (CAMPOS E VILLA, 2006).

Assim, a questão ambiental no semi-árido se mantém como uma resposta à crise de racionalidade econômica e política desde os primórdios da colonização, e que se apresenta como uma crise de magnitude e conseqüências muito abrangentes, sobretudo porque continua servindo aos propósitos de uma elite que se nutre e se sustenta desta verdadeira indústria (ANDRADE, 1986).

### 3.2 DIRETRIZES INSTITUCIONAIS: A DISTÂNCIA ENTRE O DISCURSO E A PRÁTICA

Na história da evolução das sociedades, o papel das instituições sempre foi determinante no âmbito de todas as esferas, fossem elas políticas, sociais ou econômicas. North (1993) chega a afirmar que as instituições podem ser consideradas a regra do jogo de uma sociedade, ou seja, são as limitações idealizadas pelo homem e que dão forma à interação humana, conformando, assim, as relações sociais.

North (op. cit.) explica ainda que, para compreender as transformações históricas é preciso que se entenda, também, as mudanças institucionais e a forma como evolui a sociedade, já que tanto as instituições afetam a economia e as estruturas sociais como são influenciadas por elas.

No caso da política institucional brasileira para as regiões mais atrasadas, de acordo com Chacon (2007), o discurso político que proclamava que estas áreas deviam se inserir no processo de desenvolvimento nacional não chegou à prática, levando a um fim dramático para os órgãos e à condenação velada da idéia de desenvolvimento regional, após o golpe militar de 1964. Após essa mudança drástica na condução das instituições, o desenvolvimento regional foi promovido de forma desordenada e sem a devida vinculação a um projeto nacional que levasse em consideração de forma devida as potencialidades regionais, sobretudo nas áreas semi-áridas, caso específico do Nordeste Brasileiro.

Para essa autora, “prevaleceu a noção de que a região era atrasada por suas peculiaridades naturais, quando na verdade a questão política era preponderante na continuidade de um modelo de exclusão”.

Contudo, essa concepção do Estado moderno, quando convém, dispõe de mecanismos para se isentar dos fracassos de seus intentos perante a sociedade a que pertence.

Assim sendo, no que tange às questões socioambientais, percebe-se, por parte das instituições, quer sejam nacionais, internacionais, públicas ou privadas, uma ambigüidade entre os interesses econômicos e o discurso institucional (ACSELRAD e LEROY, 1999).

Esta dualidade fica clara quando se observa o modelo de desenvolvimento em vigor, de base estritamente economicista, alicerçado apenas no crescimento do PIB e no avanço tecnológico, que vem sendo amplamente questionado por não ser capaz de atender aos desafios econômicos, sociais e ambientais da atualidade (MILARÉ, 2001).

Mesmo assim, segundo Acselrad e Leroy (1999), por ocasião da concepção da Agenda 21, instituições públicas, ONGs e movimentos ambientalistas agregaram-se em torno de uma proposta, supostamente de consenso, no qual se apelava aos mais ricos reverem seus padrões de consumo e ajudarem no combate à pobreza do terceiro mundo, dentre outras ações. Contudo, para muitos críticos, estas entidades pecaram coletivamente quando elegeram o mercado de bens e serviços como locomotiva do desenvolvimento sustentável, como se os gestores do mercado tivessem um histórico de ações de caridade perante os mais necessitados.

Ainda de acordo com Acselrad e Leroy (op. cit.), as políticas econômicas recomendadas pelas Agenda 21, internacional e nacional, só são entendidas como saudáveis quando representam lucro ao mercado e não melhoria nas condições ambientais ou sociais da população. Neste mesmo raciocínio, desenvolvimento hoje é entendido como livre mercado ao capital e a circulação de mercadorias dos países centrais, facilitados pelo franco progresso tecnológico globalizante.

Para Lourenço (2003), mesmo diante do avanço tecnológico e informacional, o atual sistema econômico não foi capaz de resolver a questão das demandas mais básicas do ser humano, nem mesmo minimizar as crises sociais de grande parcela da população mundial excluída das benesses da pós-modernidade; ou seja, tem havido consumismos desmedidos para poucos e segregação espacial e social para a grande parcela das populações do Planeta.

Além disso, para muitos especialistas que privilegiam o fator ecológico, a economia não pode caminhar como um sistema dissociado das questões ambientais ou sociais, pois não existe atividade humana sem água, fotossíntese ou ação microbiana no solo.

Para Cavalcanti (2003), a comparação, nesse contexto, do sistema econômico com um mecanismo não é das mais felizes, pois isto lhe retira o sentido da irreversibilidade própria das mudanças qualitativas que o processo econômico desencadeia, o que o afasta aquele sistema da dimensão ecológica. Esse foi um aspecto há muito preconizado pelos movimentos ambientalistas, surgidos no final dos anos quarenta do século recém terminado, e que, no entanto, não recebera apoio ou o reconhecimento da sociedade até o início dos anos cinqüenta.

Mais recentemente, após os anos setenta do século XX, emergiu a preocupação com a finitude dos recursos naturais (LEFF, 2006), através da qual as instituições supranacionais assumiram o papel de “guardiãs” do meio ambiente, isto é, tomando para si uma luta há muito empreendida pelos movimentos ambientalistas. A década de 70, fortemente marcada pela Conferência de Estocolmo (1972), registrou, pois, o começo da preocupação do sistema político em relação ao tema.

Nesta década presenciou-se também a emergência e expansão das agências estatais do meio ambiente, assim como do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Como consequência, na década seguinte, os partidos verdes tiveram um expressivo papel no sistema político partidário da maior parte das democracias ocidentais numa fase de absorção e institucionalização das questões ambientais.

Continuando com a adesão de forças pode-se dizer que, se nos anos 50, emergiu o ambientalismo dos cientistas, nos 60, veio à tona a força das ONGs e, nos anos 70, surgiu a contribuição dos atores políticos e estatais. Nos anos oitenta, por sua vez, a partir de ações como o Relatório Brundtland (a chamada Comissão Brundtland foi criada em 1983 e publicou seu conhecido relatório *Our common future*, em 1987), presenciou-se a largada dos atores vinculados ao sistema econômico (D'AMATO E LEIS, 2003).

Diante da escalada ecológica, a concepção do relatório Brundtland aqueceu as discussões na direção da sustentabilidade dos recursos, embora tenha havido demasiadas críticas a sua forma de recomendar as diretrizes de preservação.

Para Acselrad e Leroy (1999), o ponto de vista que permeia o citado relatório se revela controverso, pois assegura que “hoje se precisa de um crescimento econômico vigoroso e ao mesmo tempo, que atenda aos setores sociais e a um ambiente realmente sustentável”, como se fosse possível realmente conciliar interesses tão antagônicos. Outros eventos, visando à preservação ambiental, se sucederam, a exemplo da **Rio 92**, donde emergiu a Agenda 21 e a Declaração do Rio, reforçando tais princípios. Sem dúvida, a promoção desse tipo de evento favoreceu a conscientização dos mais diversos segmentos da sociedade, além de mobilizar importantes setores formadores de opinião.

De acordo com D'Amato e Leis (op.cit.), a partir da Rio-92, o setor religioso, um dos últimos a se engajar na cruzada preservacionista, emitiu sinais muito nítidos de querer ocupar o nicho das reflexões que estavam em pauta nos anos 90, da mesma forma que fizeram os segmentos da economia da década de 1980. Nestes últimos anos, o tema ecológico vem recebendo uma crescente atenção teológica, começando também a ocupar um espaço destacado dentro das atividades das igrejas.

No que diz respeito à questão jurídico-ambiental, após a conferência de Estocolmo 1972, donde surgiu o conceito de Meio ambiente como direito fundamental do ser humano, muito tem sido apregoado no sentido de uma exploração equilibrada da natureza, embora na prática ainda exista certa distância entre o discurso e a concretização das ações.

Prova disso é o poder de persuasão do atual Paradigma Social Dominante e os acordos internacionais firmados, que, muitas das vezes, não são cumpridos, o que demonstra claramente o quanto o interesse econômico prevalece. Outro exemplo muito conhecido de todos é o Protocolo de Kyoto, tantas vezes ignorado.

No Brasil, do ponto de vista legal, a década de 1980 mostrou-se sistêmica no que concerne à preocupação com o disciplinamento e gestão dos recursos naturais. Com a promulgação da Lei 6938/81, que disciplina a Política Nacional de Meio Ambiente, estruturaram-se os principais organismos da gestão ambiental brasileira: CONAMA, SISMANA, entre outros (BARBOSA, 2007).

No final da década de 1980, com a promulgação da Constituição Federal de 1988, assegurou-se em seu artigo 225, QUE UM AMBIENTE ECOLOGICAMENTE EQUILIBRADO É DIREITO DE TODO SER HUMANO. Além disso, com o decorrer do tempo, emergiu uma farta legislação infraconstitucional que contemplou amplamente o direito da sociedade quanto a poder dispor dos recursos naturais de maneira racional e em ambiente preservado.

Dentre a legislação infraconstitucional federal, se pode destacar a Lei das Águas (Lei 9433/97) que trata da política nacional de recursos hídricos e institui o gerenciamento dos recursos hídricos e a Lei 9.795/99, a qual detalha e estrutura a educação ambiental. Este instrumento legal que reforça e determina a proteção aos recursos naturais é a Política Nacional do Meio Ambiente, que tem como um dos princípios a aplicação da educação ambiental em todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Segundo Barbosa (op.cit), um ambiente preservado não se concebe apenas com a instituição de leis, normas e resoluções, mas através da educação ambiental que deve se fazer presente no cotidiano das pessoas, na forma de ações simples, praticadas de maneira imperceptível, em casa, no trabalho etc.

Ainda segundo Barbosa (2007), outra prática sustentável está relacionada à observância da legislação ambiental que, no caso brasileiro, se mostra bastante abrangente e evoluída no disciplinamento de tais questões. Ou seja, muitas das vezes acaba que uma ou outra legislação esteja como “letra morta, o que faz com que o meio ambiente continue à mercê, ou das pressões dos

poderosos ou das necessidades dos mais carentes, como vem sendo o caso da exploração da Caatinga.

Sensíveis à problemática ambiental, que para muitos é célula geradora da miséria, muitos organismos supranacionais, governamentais ou não, têm incorporado os temores da sociedade e direcionado seus programas no sentido de um meio ambiente sustentável. É o caso da ONU (Organização das Nações Unidas) que, através do Programa do Meio Ambiente (PNUMA apud MELO E RODRIGUEZ, 2004), vem classificando a degradação das terras nos ecossistemas secos como sendo resultado de uso inadequado de ações antrópicas. A atuação da ONU é uma prova de que, visando combater as desigualdades e incentivar a conservação do solo e da água, e, por extensão, buscando o equilíbrio ambiental e social em zonas áridas pelo mundo, inúmeros estudos são realizados com o propósito de conhecer de forma mais profunda os males que impactam estes espaços.

O reconhecimento, por parte da comunidade internacional, da existência de processos de desertificação em escala global, vem se constituindo em crucial desafio para todos os países e, em especial, para aqueles em desenvolvimento.

Esse desafio diz respeito, segundo Matallo Jr. (2001):

De um lado, a aspectos práticos com os quais as populações convivem e os governos devem enfrentar enquanto formuladores de políticas públicas e, de outro, com aspectos teóricos e metodológicos da mais alta importância, pois são aspectos que possibilitam a compreensão e dimensionamento do problema para a adequada conscientização dos diferentes atores sociais, para a formulação das políticas públicas e para a tomada de decisões.

Os estudos e pesquisas que vêm sendo realizados fornecem, pois, o suporte técnico e científico que possibilitam predizer diagnósticos eficazes na resolução ou mitigação nestas áreas de problemas relacionados à falta de sustentabilidade ou à degradação sócio-ambiental em regiões secas.

Na Tabela 1 se pode observar os principais indicadores físicos (desertificação), sociais (situação) e de variáveis mais relevantes quanto ao processo de degradação das terras secas, segundo parâmetros internacionais estabelecidos (MATALLO JR., 2001).

**Tabela 1** – Indicadores ambientais e variáveis da degradação das áreas semi-áridas do mundo

<b>INDICADORES</b>	<b>VARIÁVEIS</b>
<b>1. Erosão</b>	Percentual de solos erodidos Intensidade e tipo
<b>2. Salinização</b>	Condutividade elétrica Sodificação/Alcalinização
<b>3. Perda de fertilidade</b>	CTC/Ph/Aluminização
<b>4. Cobertura vegetal</b>	Percentual de cobertura
<b>5. Índice de vegetação</b>	Método específico de sensoriamento remoto
<b>6. Produtividade agrícola</b>	Kg/ha
<b>7. Produtividade pecuária</b>	Kg/ha
<b>8. Disponibilidade de água de superfície</b>	Vazão
<b>9. Disponibilidade de água subterrânea</b>	Profundidade dos lençóis
<b>10. Qualidade da água</b>	Conteúdo salino
<b>11. Coeficiente de uso</b>	Demanda atual de mão-de-obra/Demanda potencial de mão-de-obra
<b>12. Coeficiente de excesso</b>	Oferta atual de mão-de-obra/Demanda atual de mão-de-obra
<b>13. Coeficiente de saturação</b>	Demanda atual de mão-de-obra/Demanda potencial de mão-de-obra
<b>14. Ingresso</b>	Renda per capita
<b>15. Estrutura etária</b>	Distribuição de idades
<b>16. Migrações</b>	Crescimento líquido da população
<b>17. Densidade demográfica</b>	Hab/Km <sup>2</sup>
<b>18. Nível de educação</b>	Tempo de escolaridade
<b>19. Dinâmica demográfica</b>	Série temporal da densidade demográfica e migrações

Fonte: Matallo Jr. (2001)

Matallo Jr. (op.cit) explica ainda que a seleção dos supracitados indicadores e outros, biológicos e socioeconômicos, para medir ou avaliar a desertificação, considerando as respectivas dimensões, obedeceu a alguns critérios básicos. Primeiramente, o indicador deveria refletir algo básico e fundamental, isto é, ter um significado próprio. Em segundo lugar, quanto mais claro e simples for o indicador, mais fácil sua aplicação por parte dos países.

Ademais, neste raciocínio, diz-se que deveria haver preocupação com os aspectos de quantificação e sensibilidade a mudanças, mostrando tendências ao longo do tempo. Finalmente, conclui o autor, os dados deveriam estar disponíveis e ser fáceis de coletar, realidade inversa ao que normalmente se encontra (MATALLO JR., 2001).

Do ponto de vista conceitual, a desertificação representa, entre outros impactos: a) degradação do solo; b) degradação da fauna e flora; e c) degradação dos recursos hídricos com a conseqüente redução da qualidade de vida das populações afetadas. A partir de diversos estudos sobre o tema, se pode afirmar que o antropismo representa o fator determinante para a degradação da terra e que os indicadores sociais e econômicos confirmam a caracterização do fenômeno.

Deste modo, muitos têm tentado incluir indicadores tais como nível educacional, taxa de mortalidade, nível de renda etc., como indicadores de desertificação, embora não pareça pertinente (MATALLO JR., op.cit).

No Brasil, concomitante às discussões, os problemas ambientais se avolumam na mesma proporção. Em diversos pontos do território, os desmatamentos, as queimadas, a perda da biodiversidade, a erosão, a poluição do ar e das águas se agravam. Aliados a esses problemas ambientais, floresce uma questão sócio-econômica, ou seja, cerca de 20 milhões de pessoas vivendo na miséria (TELES, 2005).

Na Região Nordeste, esse problema se apresenta de forma mais acentuada, pois, no que concerne aos aspectos sociais, a população apresenta a menor expectativa de vida, independentemente do sexo. Esta constatação é o reflexo, de algum modo, das diferenças de desenvolvimento regional no país, coincidentemente, na região que apresenta os maiores problemas socioambientais (DATASUS, 2006).

Todavia, de acordo com Chacon (2007), tendo por início a década de 1950, inúmeras tentativas já foram lançadas pelo governo central objetivando promover o desenvolvimento regional, como a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, do Bando do Nordeste – BNB, além da implantação de incentivos fiscais para promover a industrialização de regiões consideradas mais atrasadas, como foi o caso do Fundo de Investimentos do Nordeste – FINOR, que foi utilizado em benefício próprio pelos industriais no período de isenção fiscal.

Para essa mesma autora, na época da criação da SUDENE, acreditava-se e defendia-se que as regiões eram incapaz de participar do desenvolvimento nacional e deveriam ser "carregadas" pelas regiões mais ricas, e também por elas controlada.

Para Andrade (1993) e Andrighueti (1998), esse equívoco, em parte alimentado pelas próprias elites locais dessas regiões, levou a que os objetivos precípuos do desenvolvimento regional fossem desvirtuados, as instituições fossem usadas de forma politiquêira e os recursos desviados para outros fins. Nunca é demais lembrar que recentemente, a *Agenda 21* brasileira, recomendou como saída para a desigualdade inter-regional do Nordeste semi-árido frente as outras regiões do país, a redução dos elevados índices de pobreza e a incorporação de parcela expressiva da população na economia e na oferta de serviços sociais básicos.

De acordo com Sousa (2007), a geração de renda e trabalho para esta população e a ampliação dos investimentos em infra-estrutura e oferta de serviços sociais, necessidade vital e em grande escala, não podem ser alcançadas ao custo da degradação do meio ambiente pelo crescimento econômico predatório que tem dominado a região semi-árida do Nordeste, principalmente pelo mau uso das terras.

### 3.3 SEMI-ÁRIDO: SECA E EXPLORAÇÃO

Grande parte do Estado da Paraíba encontra-se sob os domínios da caatinga. Esta é r área marcada pela concentração das precipitações pluviométricas em um curto período de tempo, quase sempre inferior a três meses do ano, estando os demais meses sob condição de elevado déficit hídrica e forte insolação.

Diante destas condições, as secas têm sido apontadas como a causa dos grandes problemas do semi-árido, embora hoje já se saiba que estas apenas agravam as seqüelas ecossociais da região. Por conta da situação de caos a que chega o semi-árido por ocasião dos períodos estios, muitas ações têm sido implementadas, mas quase todas sem alcançar o êxito desejado.

Para muitos estudiosos, estas experiências desprovidas de êxito reforçam a visão determinista de uma parcela significativa da elite dominante, para que a seca é a causa da pobreza e da miséria da região seca nordestina (AB' SABER, 1979 e REBOUÇAS, 2001).

Nesse contexto, podem ser ilustrativas as comparações entre situações mundiais similares, sem desmerecer a condição subjetiva da nossa realidade sociocultural ainda fortemente marcada pelo longo período em que foi colônia de exploração.

Na busca por soluções para estes problemas, tem-se recorrido às mais diversas estratégias, a maioria delas, porém, pautando-se na importação de modelos, tecnologias ou insumos que, posteriormente, se mostraram inadequados (ANDRADE et alli., 2006).

De acordo com Ab'Saber (2003):

Uma parcela significativa da sociedade nordestina acostumou-se a ver impingidos à região, programas e planos tecnocráticos, genéricos e prejudiciais, elaborados em relatórios de baixo nível de abrangência científica e avaliação crítica, suscitando uma natural propensão para fundadas desconfianças. Passamos a exigir estudos de previsão de impactos, no nível da dinâmica fisiográfica e ecológica, em termos.

Como forma de contribuir para a solução ou encontrar saídas para tal questão, esse tema tem ocupando a pauta de discussão de pesquisadores e pessoas de diversos segmentos. Jofilly (1892) e Andrade (1986), já se referiam às secas do Nordeste como sendo uma das maiores chagas do país, para as quais não viam, por parte das autoridades, nenhum interesse em enfrentá-la.

Segundo Jofilly (1892), falta boa vontade e, mais que isso, interesse político para a resolução da problemática criada a partir das secas do Nordeste. Seu ponto de vista era o de que: “o homem não tem controle sobre os elementos climáticos que produzem as secas, mas pode até certo ponto diminuir os seus inconvenientes e até mesmo eliminá-los num determinado território, por uma gama considerável de ações”.

Embora se tenha alcançado um nível tecnológico e econômico que permita mudar tal quadro, Leff (2006) lembra que o desenvolvimento também está sujeito a outros condicionantes como

vontade política e/ou a certas ideologias do paradigma dominante que dificultam a reorientação das práticas produtivas voltadas para o desenvolvimento pautado na sustentabilidade.

Para o município de São João do Cariri, espaço deste estudo, cuja ocupação remonta ao início do século XVII, por se encontrar numa área que, segundo vários estudos, oferece um alto índice de suscetibilidade à deterioração ambiental, em virtude das condições de exploração dos recursos naturais, além do rigor climático ali presente e características de seus solos, a realização de diagnósticos deste tipo parece pertinente tendo em vista que se foca numa área restrita do território municipal, área essa que concentram a maior parte das atividades econômicas, até porque ali é onde se concentra a água, os solos mais úmidos e a maior densidade demográfica.

Corroborando com o ponto vista acima descrito, Andrade (1986) afirma que estas áreas têm duas configurações bem distintas: nos campos abertos, predomina a criação de gado e apresenta uma densidade demográfica baixa, o que contrasta com as regiões mais próximas aos rios e grandes açudes, as quais servem de celeiro agrícola e de refúgio para os rebanhos em épocas de estiagens, onde se concentra razoável densidade demográfica.

Para Melo e Rodriguez (2004) e Azevedo et al. (2005), dentre as práticas observadas nas áreas da Caatinga, e que contribuem largamente para a agressão ao ambiente produtivo estão: a pressão por maior produtividade, o pastoreio ultra-extensivo, cujas conseqüências são a compactação do solo e desmatamento para a introdução de espécies forrageiras e o extrativismo florestal, que decreta a retirada da cobertura vegetal nativa, resultando em fortes impactos ao meio ambiente local. Além disso, outros procedimentos como as queimadas, aliadas à falta de conhecimento técnico, seja para produzir, seja para conservar, precipitam grande parte dos impactos ali existentes, com reflexo direto na qualidade dos solos, na conservação dos corpos e cursos d'água e principalmente na produtividade das atividades econômicas.

Segundo Andrade (1993), a agricultura nessas áreas é praticada muitas vezes sem o devido cuidado com os solos e o resultado é o seu transporte pelos processos erosivos e sua deposição no leito dos rios, acelerando o processo de assoreamento, com prejuízos imensuráveis para o processo produtivo.

Para Melo e Rodriguez (2004), os impactos dessas ações se refletem com extrema rapidez no aumento da erosão e na conseqüente perda da fertilidade dos solos, além de gerarem alterações no microclima local, modificarem o regime dos rios e maior intensidade das enxurradas sobre a camada fértil do solo, gerarem efeito direto na redução da biodiversidade, e, finalmente, reduzirem a qualidade de vida das populações envolvidas.

De acordo com Andrade (1988), para o desenvolvimento da agricultura nestas áreas, não é necessária a criação de grandes empreendimentos, ou ações governamentais de grande monta - o

projeto sertanejo foi um exemplo desse tipo de política equivocada –, mas deveria haver, como alternativa mais viável contra as constantes estiagens que assolam essa parte do Semi-árido, culturas irrigáveis aproveitando o fato de que o Rio Taperoá dispõe de um potencial expressivo de água em seu lençol subterrâneo.

Entretanto, os projetos ali realizados, com raras exceções, seja por falta de conhecimento, seja por descaso com os recursos, têm provocado verdadeiros desastres ambientais, na forma de lixiviação e salinização dos solos, transformando áreas agricultáveis em células de desertificação (Andrade, op. cit.).

O que pode fazer a diferença para o pequeno agricultor permanecer no campo, evitando o êxodo e suas conseqüências mais danosas, são medidas voltadas e adaptadas às necessidades locais, como as culturas de ciclo curto, atividades como a pecuária e a caprinocultura<sup>1</sup>, além de políticas assistenciais de financiamento e suporte técnico realmente eficazes junto aos pequenos produtores.

Outro fator limitante nas áreas afastadas da calha dos rios e que merece ser ressaltado é a utilização da água nesta parte do semi-árido, em função de dois aspectos: da qualidade e da quantidade, ambas sempre aquém das necessidades. Contudo, mesmo em face destes fatores limitantes, as pesquisas deste segmento no país estão sempre dirigidas às áreas de maior produtividade, esquecendo-se do Semi-árido.

Em face dessa realidade, Soares (2007) explica que em todo o mundo, devido à crescente demanda por água, tem havido cada vez mais sua maior utilização, mesmo que a qualidade seja inferior. No caso do Semi-árido nordestino, por diferentes causas ou má utilização, conhecer a qualidade da água e sobretudo utilizá-la de modo adequado é um imperativo ainda maior.

Nessa perspectiva, J. Bau (apud Velasco, 1991) assegura que ações simples como a captação de água da chuva, o reuso de água de qualidade inferior para tarefas menos nobres, o uso de equipamentos que poupam água, ou uma ação de âmbito maior, como o manejo de uma bacia hidrográfica, tudo, enfim, representaria o uso eficiente de água e pode ser considerado como alguma ação educativa e conservacionista.

Baracuh et al. (2007) e Rebouças (2001) preconizam que a solução para atenuar os impactos advindos dos baixos níveis de precipitação, possibilitando a convivência das populações com as adversidades do meio, reside no manejo integrado dos recursos, por meio de uma série de ações que vão desde a conscientização, passando por diagnósticos e prognósticos, até a implementação de obras de conservação e contenção de solo e água, por exemplo.

---

<sup>1</sup> A atividade caprinocultura na atualidade é alvo de severas críticas em virtude de ser a espécie um agente predatório da flora nativa da Caatinga. Para maiores esclarecimentos, acessar: [www.cnpc.embrapa.br](http://www.cnpc.embrapa.br).

Os desdobramentos desencadeados pelas sucessivas estiagens vão muito além dos dramas vivenciados pelas populações diretamente afetadas. Um deles, o êxodo rural, tem conseqüências diretas nas grandes cidades situadas no entorno da área de influência das secas, acarretando, em geral, prejuízos ao crescimento urbano.

Estes impactos podem ser sentidos nos centros receptores de grandes levas de trabalhadores e suas famílias, que migram para centros maiores ou para a periferia dos centros urbanos próximos.

Segundo Carvalho e Evangelista (2001), o insucesso de alguns projetos governamentais, que ao se depararem com a seca, gerou conseqüências que se difundiram nos municípios do semi-árido, cujo sistema econômico gira em torno das atividades agropecuárias; o referido insucesso também se fez sentir sobre outros municípios que, em princípio e aparentemente, não seriam afetados por se encontrarem fora daquela sub-região.

Afora as ações de ordem estruturante e educativa, também se registram providências por parte das políticas públicas bem como iniciativas de organizações não-governamentais, no intuito de efetivarem um melhor aproveitamento das águas no Semi-árido nordestino, mediante atividades compatíveis com a oferta e, principalmente, que as tornem apropriadas para o consumo. Na seqüência deste estudo, cita-se duas destas experiências:

- *O Sistema Integrado de Reuso dos Efluentes da Dessalinização*, que consiste na produção de água potável e no reaproveitamento do sal extraído da dessalinização para a criação de tilápia rosa, uma espécie adaptada às condições climáticas do semi-árido. Noutra etapa do processo, a água salgada, já utilizada na piscicultura, é reaproveitada para o cultivo da erva-sal, comumente aproveitada na alimentação de caprinos e ovinos.

O sistema é todo integrado, sendo o rejeito aproveitado como insumo produtivo para outra atividade. Este projeto está sendo implantado na comunidade Atalho, Petrolina – PE (EMBRAPA, 2007).

- O Projeto *Base Zero*, por sua vez, foi concebido como uma abordagem sistêmica do problema ambiental do semi-árido nordestino, constituindo-se como uma mudança de paradigma na produção agroambiental nos trópicos secos.

De acordo com Duarte (2001), o programa *Base Zero* representa uma nova forma de convivência do homem com o semi-árido, pois seria capaz de propiciar o eco-desenvolvimento baseado no uso comunitário dos recursos naturais.

Segundo o mesmo autor, trata-se de um novo paradigma, tendo em vista que é aplicável a todo o território semi-árido, característica esta que esteve ausente das propostas anteriores para o desenvolvimento daquela região. Ainda de acordo com Duarte (op.cit), o projeto traz inúmeros benefícios para a área, entre os quais se pode destacar a conservação dos solos e a contribuição para

solucionar em definitivo o problema da escassez de água na zona rural, através da otimização dos recursos hídricos de cada bacia hidrográfica, dentre outras ações.

Através de ações desse porte a longo prazo, como é o caso do *Base Zero*, pode-se projetar, por exemplo, a exploração da cobertura vegetal da caatinga, de forma controlada, evitando a perda da proteção ao solo, dentre outros impactos.

Nesse sentido, Sousa (2007) afirma que as mudanças dos índices de vegetação, identificadas ao longo de um período, podem ser atribuídas às práticas de utilização das terras sem manejo racional, principalmente nos municípios que foram colonizados para implantação da pecuária extensiva, com extração da mata nativa.

Segundo o mesmo autor, estes municípios estudados possuem muito solo exposto, sobretudo naquelas partes mais planas, que foram mais utilizadas pelas práticas degradantes que se fizeram, e ainda se fazem, presentes na região do Cariri e do Sertão paraibanos.

Estes impactos se tornam ainda mais graves quando se tenta corrigi-los por meio de ações impensadas, ou desprovidas de qualquer embasamento técnico, sobretudo quando estas iniciativas partem do próprio Estado. O caso da introdução da Algaroba (*Prosopis Juliflora*) no Semi-árido é um exemplo bem sugestivo nesse sentido.

### 3.4 ALGAROBA E REFLORESTAMENTO DA CAATINGA: SOLUÇÃO OU PROBLEMA?

O bioma Caatinga, que compreende 735.000 Km<sup>2</sup>, representa uma parcela significativa do Semi-árido brasileiro. Segundo Lacher et al. (2005) ele é composto por um mosaico de arbustos espinhosos e de florestas sazonalmente secas, com mais de duas mil espécies.

Nesta região, o endemismo entre as espécies varia entre 7% e 57% do total cadastrado. O uso inadequado do solo e o manejo de seus recursos têm causado sérios danos ambientais a esta diversidade e acelerado eventos como a desertificação, por exemplo, que ameaçam 15% da região (LACHER et al., 2005). Este reduto de vida selvagem, de ocupação antiga está diante de uma ameaça real, simbolicamente representada pela inserção de plantas exóticas em seus domínios, visando reflorestá-lo.

Cavalcante e Major (2005) explicam que plantas exóticas invasoras tornaram-se tão familiares na Caatinga que, para muitos, elas já são vistas como nativas. Estas plantas servem de alimentos para animais e enfeitam a paisagem com a sua notável beleza. Contudo, a introdução destes organismos em um determinado ambiente, é capaz de produzir profundas alterações nos processos ecológicos locais (CAVALCANTE e MAJOR, op. cit.).

De acordo com Ansley et al. (1997), a algaroba exerce uma profunda influência sobre a vizinhança; vegetação, solo, dossel, microclima, vida selvagem, e populações de insetos sentem de algum modo a presença e ação daquela espécie. Por outro lado, segundo os mesmos autores, muitos estudos também demonstram que outras culturas aumentam a produção após o controle da algaroba.

No entanto, a resposta final é muito variável e depende de muitos fatores tais como densidade da população da espécie, antes do tratamento, a eficácia do tratamento, tipo de solo, e de precipitação. No sul do Texas, por exemplo, a algaroba fertiliza os prados e, em seguida, serve como uma hospedeira para outras plantas arbustivas, espécies que se estabelecem no ambiente de clima árido (ANSLEY et al., 1997).

Para Cavalcante e Major (2005), a Caatinga é o bioma brasileiro de maior inserção das plantas invasoras, dentre as quais se podem citar: (i) *Cryptostegia grandiflora* (Allamanda roxa) e *Ailanthus altissima* (árvore do paraíso), que foram introduzidas para uso ornamental; bem como (ii) *Leucaena leucocephala* (leucena) e *Prosopis juliflora* (Algaroba), que são equivalentes à *Robinia pseudoacacia* (gafanhoto preto), que foram introduzidas para reflorestamento e outros fins.

Duarte (2000) revela que o processo de reflorestamento na Caatinga foi desencadeado na década de 1970, pelo recém-criado Fundo de Investimento Setorial (FISSET), subordinado ao Governo Federal que, além de destinar dinheiro público a fundo perdido aos latifundiários, provocou o desflorestamento de uma área significativa de mata nativa.

Conforme explica Oliveira (2006), esta histórica pressão antrópica exercida sobre a caatinga, somada às características naturais do semi-árido, concorreu para acentuar a degradação do meio físico, com conseqüências danosas para a sua biodiversidade. Tanto é assim que, nas extensas áreas do Semi-árido, já são raríssimos os remanescentes de caatinga em bom estado de conservação. Ademais, ainda segundo Oliveira (op.cit), a devastação da flora autóctone abriu caminhos para a invasão de espécies exóticas capazes de desencadear grandes impactos sobre a biodiversidade, alterando a estrutura das comunidades e inibindo a regeneração das espécies nativas (MARGALEF, 1994; FORMAN apud OLIVEIRA, 2006).

Segundo Cavalcante e Major (2006), a contaminação biológica dos ambientes naturais não é um fenômeno recente, mas tem ocorrido espontaneamente na natureza há muito tempo. Por esta razão, plantas exóticas invasoras têm recebido especial atenção dos órgãos e entidades responsáveis por decisões que influenciam no meio ambiente, bem como de organizações não-governamentais (ONGs) e cientistas, que tentam encontrar respostas para um controle mais efetivo de sua disseminação.

Em países como Austrália, África do Sul, Argentina, Brasil, Etiópia, Estados Unidos, Moçambique, Nova Zelândia e Sudão, as introduções de espécies exóticas para fins ornamentais,

científicos ou agrícolas, têm ocasionado efeitos negativos como degradação de ecossistemas, redução da biodiversidade e alterações na distribuição natural das espécies (Vilar, 2006). Como resultado desta busca, sabe-se que o bioma caatinga, como uma das últimas paisagens do mundo selvagem (em território brasileiro), já está contaminado por várias destas plantas, que foram introduzidas através da ação humana (CAVALCANTE E MAJOR, 2006).

Quanto ao que se define como *espécie exótica*, Vilar (2006) explica que se trata de um organismo que coloniza comunidades autóctones, adaptando-se e reproduzindo-se, passando a competir biologicamente com as espécies nativas, provocando alterações nos processos ecológicos naturais e, por fim, tornando-se muitas vezes dominantes em alguns ambientes, após o período de tempo requerido para sua adaptação.

O processo de invasão de um ecossistema por uma espécie exótica se dá quando a espécie introduzida se adapta, passando a se dispersar e a alterar o ecossistema. Na caatinga, a introdução da Algaroba (*P. juliflora*), trazida com o objetivo de constituir uma alternativa econômica para a região, resultou em um processo que já foi classificado como de invasão, segundo vários estudos realizados (OLIVEIRA, 2006; ANDRADE et al., 2005; TELES, 2005).

A Algaroba chegou ao Nordeste brasileiro nos anos 1940, como mais uma opção econômica para o Semi-árido. Esta cultura arbórea foi difundida e teve o seu plantio estimulado pelos órgãos governamentais durante algumas décadas.

A partir dos plantios comerciais e dos pequenos arbóreos estabelecidos pela população rural, a espécie começou a se expandir, tendo sua disseminação facilitada pelos rebanhos, tendo em vista que seus frutos constituem forragem de boa qualidade (ANDRADE et al., 2005).

Não obstante seja a Algaroba uma espécie economicamente promissora, uma vez que apresenta qualidades como o fato de ser forrageira e produzir lenha e carvão de boa qualidade, a falta de manejo dos plantios, somada ao caráter extensivo da pecuária regional, à adaptação da espécie às condições edafoclimáticas de parte do semi-árido, além das características ecossociais nordestinas, transformaram o que seria uma solução em mais um grande problema: a Algaroba começou a se estabelecer e revelou-se uma invasora agressiva (ANDRADE et al., op. cit.).

Os sítios preferenciais da espécie constituem áreas de relevante interesse social e ambiental para a caatinga, isto porque esta ocupa principalmente os Neossolos Flúvicos e as manchas de solos mais profundos, região onde a água é mais facilmente encontrada.

Para Araújo Filho (2002), grande parte destes impactos pode ser creditada à falta de manejo na pecuária e no plantio da Algaroba, sobretudo porque esta se deu como uma forma alternativa de forrageira que poderia compensar a falta de pastagem. Tal situação acabou por desencadear diversos

processos deteriorantes na cobertura vegetal e nos solos, a exemplo da extinção de espécies, da compactação do solo pelo pisoteio animal, bem como da disseminação da invasora.

Outro problema é apontado por Vilar (2006), para quem a algaroba, além de competir com a caatinga arbórea, também disputaria espaço com a vegetação arbustiva e herbácea. Note-se tal aspecto como de vital importância, porque é no estrato herbáceo que os animais silvestres e domésticos encontram alimento, além de que é ali que são encontradas muitas das ervas medicinais, utilizadas pelas comunidades locais.

Em relação a esta atividade, para Marchezan et al. (2000), necessário se faz que se conheçam os impactos ocasionados pelo excesso de animais nas áreas de pastagens, que muitas das vezes geram alterações na estrutura física e química dos solos, características essenciais ao pleno desenvolvimento radicular das culturas.

Rocha e Kurtz (apud Azevedo et al, 2005) apontam que, para se obter a solução da conservação e a melhor utilização do potencial da natureza, se faz necessário realizar pesquisas que ofereçam dados, por meio de diagnósticos, capazes de possibilitar o conhecimento detalhado da área de estudo tanto em termos socioeconômicos como ambientais, dentre outras variáveis. Além disso, estas pesquisas podem disponibilizar às autoridades e às instituições elementos reais sobre as condições das unidades em exame, sejam elas, política ou natural, de modo a reverter-se os eventuais problemas em resultados positivos, tanto em termos sociais como ambientais.

Além das pesquisas anteriores, cumpre realizar também a análise das classes de uso da terra e as condições da vegetação por meio das técnicas de geoprocessamento e foteointerpretação, métodos importantes no sentido de revelar a magnitude dos impactos numa área bem mais representativa destinada prioritariamente à pecuária e ao extrativismo.

Em face dos problemas acima relatados, a presente pesquisa pode gerar contribuições importantes no sentido de chegar a resultados que reforcem a conclusão a que chegou Azevedo et. ali. (2005), para quem a vulnerabilidade do ambiente não se manifesta pelas feições mostradas pela paisagem, mas pela destinação que a ela é dada, a exemplo do caso da Algaroba, introduzida sem o menor conhecimento técnico, seja em termos de espécie, seja em termos ambientais.

### 3.5 A IMPORTÂNCIA DO SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE DAS CLASSES E USO DA TERRA

O conhecimento dos recursos naturais sempre foi de interesse do Estado, que sempre procurou desenvolver mecanismos para conhecer o meio, e assim, controlar a sociedade. O geógrafo Yves Lacoste, conhecedor e crítico dessa questão, propôs a classificação de duas Geografias, pautando-se do objeto de

estudo de tal ciência que é o conjunto de relações entre a sociedade e a natureza. São as seguintes geografias propostas por Lacoste: a Geografia dos Estados Maiores e a Geografia dos Professores; a primeira sendo sigilosa e de interesse do poder vigente, e a segunda sendo a disciplina ensinada nas escolas, fragmentada e muitas vezes encarada pelos discentes como desinteressante.

Na atualidade, o Estado continua detendo seu poder e dispendo de informações privilegiadas, uma vez que se utiliza de investimento financeiro para que isso seja possível. Entretanto, tendo em vista a importância cada vez maior atribuída aos estudos dos recursos naturais, e em virtude do sistema produtivo que necessita dessas informações para planejar seus investimentos, necessário se faz o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o conhecimento das áreas a serem preservadas/conservadas/utilizadas, dependendo dos interesses de cada segmento.

Diante desse contexto, desempenham especial importância as ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, que possibilitam a obtenção de informações de uma determinada área ou fenômeno sem que haja contato físico, isto é, através de sensores em satélites, manipuláveis a fim de gerarem uma diversidade de informações juntamente com a elaboração de diversos produtos cartográficos. Além de tais vantagens, as técnicas de processamento são tão sofisticadas que permitem aprimorar o aspecto visual das imagens originais, de acordo com as demandas do requerente, assim como os produtos de sensoriamento remoto se destacam pelo grande potencial de utilização na compartimentação fisiográfica.

Brolo et al. (2007) afirmam que, através do reconhecimento das feições geomorfológicas e da análise de seu arranjo espacial, se pode com maior facilidade segmentar áreas homólogas e examinar suas similaridades, favorecendo grandemente o reconhecimento de seus componentes.

Assad e Sano (1993) descrevem que o desenvolvimento de sistemas computacionais tem favorecido, de maneira crescente, diversas áreas da cartografia, de mapeamento, de análise de recursos naturais e outras aplicações.

Continua o autor, esta tecnologia automatiza tarefas antes realizadas manualmente, facilitando a realização de análises complexas, através da integração de dados de diversas fontes e da criação de um banco de dados geocodificados.

A expressão sensoriamento remoto ou *Remote Sensing* foi utilizada inicialmente nos anos 60 do século XX, por organizações de pesquisas norte americanas para a utilização de dados obtidos de produtos fotográficos ou não, sempre aplicados às pesquisas de meio ambiente.

De acordo com Sousa (2007), esta tecnologia tem influência crescente na análise de recursos naturais, principalmente em países de grandes dimensões com carência de informações adequadas para tomadas de decisões sobre problemas urbanos e ambientais, porque – o sensoriamento remoto – apresenta

um enorme potencial e uma tecnologia de custo relativamente baixo que garante a aquisição local do conhecimento.

Segundo Crepani et al. (2001), as informações advindas do sensoriamento remoto se revestem da maior importância, pois a cobertura vegetal representa a defesa da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo (erosão).

As atividades desenvolvidas dentro dos polígonos de intervenção antrópica introduzem novas forças que podem alterar, em escala variável, as condições de equilíbrio do sistema representado pela unidade de paisagem natural.

Ainda de acordo com Crepani et al. (2001), atividades como a agricultura, a pecuária, a silvicultura, e a mineração são exemplos de ações que, em maior ou menor escala, introduzem estímulos externos ao sistema.

Boin et al. (2007) corroboram com a importância dispensada por Sousa (2007), ao sensoriamento remoto, como ferramenta de monitoramento de área de preservação, pois, ao adquirir a cada ano novas imagens de satélite, torna-se possível a realização de um controle da evolução da propriedade rural. Assim, se num determinado ano verificou-se que certa propriedade não estava cumprindo com a legislação ambiental, futuramente pode-se estar avaliando esta mesma propriedade a fim de verificar se o proprietário cumpriu com o que foi estabelecido pelo parecer técnico emitido.

Merece destaque a importância dos Sistemas de Informações geográficas (SIGs) como instrumentos computacionais do geoprocessamento que permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes (sensoriamento remoto, cartografia, trabalho de campo, etc.).

Sousa (2007) explica que fazendo uso da fotointerpretação, esses programas possuem recursos (contrastes, composições, segmentação, classificação etc.) que permitem individualizar os principais alvos estudados (água, solo e vegetação) e, ainda, separar os diferentes níveis de degradação das terras e as distintas classes de cobertura vegetal apresentando, como resultado, a criação de bancos de dados georreferenciados e de aceitável confiabilidade.

### 3.6 O MÉTODO DOS QUESTIONÁRIOS PARA OS DIAGNÓSTICOS, SOCIO-ECONÔMICO E AMBIENTAL

Visando obter dados representativos do quadro real da população, diferentemente da radiografia mostrada pelo sensoriamento remoto de caráter mais genérico, o presente trabalho se propõe a coletar informações mais precisas advindas diretamente do produtor rural. Ou seja, mediante dados que propiciam conhecimento do perfil social das famílias, bem como das práticas

que fazem parte de seu cotidiano em relação aos hábitos, modo de vida e seu relacionamento com o meio físico.

De acordo com Rocha (1997), o Diagnóstico Sócio-Econômico visa analisar a situação social, econômica e tecnológica da população do meio rural (produtor e núcleo familiar), no sentido de se avaliar, por microbacia, a deterioração sócio-econômica das famílias ali residentes. Com isso, tem-se condições de elaborar recomendações em um projeto no sentido de elevar a qualidade e o nível de vida na respectiva área de estudo.

O autor explica que tal metodologia deriva de um modelo venezuelano (CIDIAT), adaptado para a realidade brasileira, à qual deverá se aplicar visando evitar pressões políticas e focando-se no uso racional dos recursos financeiros e humanos, ou seja, em prol da prioridade maior a que se destina: a conservação do ambiente e a melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas.

Baracuh (2001), no estudo da microbacia dos Paus Brancos, afirma que o Diagnóstico Ambiental visa levantar todos os elementos da poluição direta das microbacias, para que se possa recomendar as práticas de recuperação e preservação ambiental condizente com cada caso. Uma vez avaliado o grau de deterioração, pode-se direcionar, em projetos específicos, as orientações para a recuperação ambiental, através de prognósticos.

Azevedo et al. (2005) enfatizam que um diagnóstico do nível de deterioração na microbacia do Açude de Boqueirão, se faz imprescindível e oportuno, uma vez que não se tem conhecimento de qualquer outro trabalho que indique o perfil do problema ambiental causado pela exploração agropecuária na região, o qual se agravou no final da década de 1990 e culminou com a proibição da utilização da água para fins de irrigação causando, com isto, sérios problemas para a região.

Diante dos problemas ambientais e sociais por que passam diversas áreas do Semi-árido, faz-se necessário pesquisar, conceber e avaliar novos modelos de gestão agroambiental.

Nessa perspectiva, Thiollent e Silva (2007) afirmam ser indispensáveis novos enfoques teóricos e metodológicos para superar as visões econômicas predominantes que antes eram insuficientes em termos de apreensão de complexidade socioambiental e cultural, e que acabaram por gerar o agravamento de problemas de deterioração do meio ambiente e de exclusão social, situação que, direta e indiretamente, acaba por se refletir nas condições de vida da população residente.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados nesta pesquisa constituem-se de: utilização de dados orbitais; dados planimétricos, oriundos de sistema de informação geográfica (SIG); equipamento de sistema de posicionamento global (GPS); softwares, Spring, AutoCAD e EXCEL; máquina fotográfica para a identificação, em nível de detalhe, das áreas de interesse deste estudo e questionário.

A origem dos materiais e dados utilizados são as seguintes: imagens orbitais, produto dos satélites TM/LANDSAT-5 e CCD/CBERS-2 de diferentes passagens, obtidas por meio de *downloads*, disponibilizadas pelo INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE (2008), mediante cadastro de usuário e licença para uso das cenas exclusivamente em pesquisas.

O referencial teórico compõe-se de consultas a periódicos, livros e publicações, inclusive eletrônicas, referentes ao assunto e à área de estudo, como também a mapas que abordem os aspectos regionais e temáticos.

Os produtos cartográficos compostos por Cartas planialtimétricas da SUDENE (1972), na escala 1:100000: Juazeirinho (SB.24-Z-D-II); Boqueirão (SB.24-Z-D-III); Sumé (SB.24-Z-D-V), foram disponibilizados para *download*, no site da SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE –SUDEMA.

Outros dados complementares foram obtidos através de trabalho de campo, com o intuito de realizar levantamento e reconhecimento *in loco* da problemática existente.

Também se utilizou equipamentos de posicionamento geográfico (GPS), máquina fotográfica, além de questionário socioeconômico e ambiental para a elaboração do perfil da população e do estado do ambiente. Para o trabalho de gabinete foram utilizados: computadores, periféricos e software livre (Spring) para a manipulação de SIGs e produtos Orbitais, além da análise estatística dos dados.

A escolha das datas de passagens das cenas dos satélites foi objeto de especial atenção, haja vista a necessidade de se comparar o estado da cobertura vegetal em épocas diferentes, entretanto, sob os mesmos parâmetros. Para isso, adotou-se o período chuvoso ou, imediatamente após, momento em que, a priori, o índice folhear encontra-se em seu ápice, fato que favoreceu a formulação de uma resposta espectral a esse alvo, a ponto de permitir uma melhor comparação na evolução da dinâmica do processo de cobertura dos diferentes anos estudados.

## 4.2 O ESPAÇO DA PESQUISA

A extensão territorial do município de São João do Cariri, localizado na parte central do Estado da Paraíba, na microrregião do Cariri Oriental e inserido na mesorregião da Borborema é de 700,6 km<sup>2</sup>, o que representando 1,24% da área do Estado.

A sede municipal localiza-se entre as coordenadas 07°23'27" S e 36°31'58" W, distante 217 km de João Pessoa, capital do Estado, tendo como principal vias de ligação as BR 230 e 412. O território do município foi segmentado em dois níveis distintos para fins do estudo, de acordo com os métodos de análise (sensoriamento remoto e questionários) aplicados, bem como pelas atividades econômicas desenvolvidas em cada área.

Partindo-se dos diferentes usos da terra, estabeleceu-se que:

- As propriedades localizadas nas áreas marginais à calha do rio Taperoá distantes até dois quilômetros e meio, para um lado e para o outro, numa extensão estimada em cerca de 110 Km<sup>2</sup>, por apresentarem, em princípio, maior oferta de água, terrenos mais úmidos, em tese, propícios à agricultura e por concentrarem a maior densidade demográfica (IBGE, 2000). As referidas propriedades foram examinadas por meio de uma pesquisa de campo, na forma de um levantamento *in loco*, e da aplicação de um questionário socioeconômico e ambiental. Os questionários foram aplicados durante os meses de julho e agosto de 2008 e abrangeram cerca de 130 proprietários e uma população de 850 pessoas, aproximadamente.
  - Já a área total do município foi analisada por meio um exame das classes de uso da terra, índice de vegetação, determinação dos níveis de vulnerabilidade da cobertura vegetal e os conflitos desencadeados pelo avanço da Algaroba (*Prosopis juliflora*) sobre as terras agrícolas. Para tanto, utilizou-se as técnicas de fotointerpretação e processamento de imagem de satélite, TM/Landsat-5, órbita/ponto 215/65, resolução espacial 30X30 metros de 09/05/1987 e 25/07/1996 respectivamente e CCD/CBER-2, órbita/ponto 147/108 de 04/06/2007, além de dados de sistema de informações geográfica, para registro das imagens, dados estes que permitem o acompanhamento de processos ambientais ao longo de determinado espaço temporal, e que enfatizam diferentes usos e classes do solo.

## 4.3 MÉTODOS

A pesquisa, objeto desta dissertação, baseia-se no método hipotético-dedutivo, já que, em parte, destina-se aos estudos das teorias existentes sobre o assunto e, em outro momento, parte da comparação dessa literatura com a análise realizada.

Para Lakatos e Marconi (2000), o método hipotético-dedutivo defende o aparecimento, em primeiro lugar, do problema que, em outra fase, deverá ser testado pela observação ou experimentação.

As etapas do método hipotético-dedutivo, segundo Popper (apud LAKATOS e MARCONI, op.cit.), podem ser assim esquematizadas: a de número “1” que é a presença de conhecimentos prévios (teorias existentes), a partir dos quais podemos detectar a etapa “2” marcada pelo reconhecimento de alguma lacuna, contradição ou problema (normalmente expressa através de uma pergunta). Uma vez que o problema foi detectado, passo à etapa seguinte que é a “3”, na qual se propõe uma solução para o mesmo (criação de uma hipótese).

Toda hipótese gera uma nova etapa, a de número “4”, que é a da predição, nada mais do que aquilo que se esperaria que ocorresse se a hipótese fosse verdadeira.

A etapa “5” consiste em encontrar uma maneira de testar a predição e testá-la efetivamente. Por fim, realiza-se a fase “6”, que é a análise dos resultados e comparação com a hipótese inicial.

Quanto ao propósito, tomando-se por base a classificação da pesquisa apresentada, a presente pesquisa é do tipo descritiva. Esta modalidade de pesquisa é aquela que tem como objetivo a descrição das características de determinados aspectos da população ou fenômeno ambiental, bem como o estabelecimento de relação entre variáveis e fatos.

Andrade (2001) aponta que, na pesquisa descritiva, “os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles”.

Para enquadrar este estudo ao método proposto e atender aos seus objetivos, partiu-se da premissa de que, dadas as condições climáticas e identificado o tipo de exploração econômica do município em análise, há uma predição com certo grau de certeza, quanto ao avançado estágio de degradação dos recursos naturais nesta área, e em relação às condições socioeconômicas precárias da população residente.

Para comprovar-se ou não tal conjuntura, foram utilizadas várias metodologias com o intuito de buscar subsídios, através de diversos procedimentos, tais como: (A) coleta de dados socioeconômicos e ambientais, (B) observação *in loco* e (C) análise fotointerpretativa de produtos orbitais e dados de sistemas de informação geográfica.

Muitos autores reconhecem o uso do método hipotético-dedutivo como sendo uma ferramenta válida, que deve ser empregada em pesquisas ambientais no intuito de gerar novos conhecimentos e críticas ao conhecimento já estabelecido (LOYOLA, 2006).

Os procedimentos para a interpretação visual de imagens digitais foram realizados tomando-se como parâmetro os elementos textuais do relevo, drenagem e outros alvos, segundo sua densidade e orientação (tropia), conforme nos diz a metodologia desenvolvida por Soares e Fiori

(1976) para fotografias aéreas, que foi adaptada por Anjos & Veneziani (1982) para imagens orbitais, e, posteriormente, utilizadas por Azevedo et al. (2005; Sousa 2007) e Barbosa et al. (2008), para a determinação de uso da terra e a evolução do processo de cobertura vegetal em municípios do Semi-árido brasileiro.

Essa metodologia de análise das imagens consiste em uma seqüência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área e da utilização dos processos fotointerpretativos. Entretanto, tal método pode ser enriquecido com o aporte de dados auxiliares, colhidos por ocasião dos trabalhos de campo.

De acordo com Anjos e Veneziani (1982), o trabalho de campo não deve ser relegado sob nenhuma hipótese, pois tem a finalidade de conhecer os aspectos relativos aos meios, biótico e abiótico, como forma de diagnóstico auxiliar, e de dirimir dúvidas que possam surgir por ocasião das operações de manipulação das imagens de satélite. A metodologia adotou quatro classes de cobertura vegetal (Densa, Semidensa Rala e Solo exposto) e quatro níveis de degradação das terras (Baixo, Moderado, Grave, e Gravíssimo).

#### 4.4 PROCESSAMENTO DIGITAL DAS IMAGENS

Os procedimentos para o processamento se iniciam pela técnica de realce de contraste linear que tem por objetivo melhorar a qualidade da imagem sob os critérios subjetivos do olho humano. É normalmente utilizada como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões.

Esta técnica consiste no processamento e classificação de imagens, através de ferramentas computacionais, visando obter o maior número de informações sobre os alvos na superfície terrestre (VENEZIANNI e ANJOS, 1982).

Foram aplicados às imagens os seguintes procedimentos:

##### 4.4.1 Aplicação de contrastes

Compõe-se de técnicas de realce que possibilitam manipular os contrastes de modo ressaltar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos da visão humana, sendo comumente empregadas como uma fase que antecede ao pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões adotados.

#### 4.4.2 Operações aritméticas - razão entre bandas – NDVI

Os índices de vegetação são utilizados como um atalho no trabalho de análise de imagens de satélite, através de uma maximização de informações espectrais da vegetação, que serão concentradas no menor número de bandas de operação dos sensores no intuito de incrementar a resposta espectral da vegetação em comparação com o solo.

A ação supracitada permite reduzir a dimensão das informações multiespectrais obtidas, mesmo fornecendo um número altamente correlacionado de padrões agrários.

O procedimento de determinação do NDVI tem como intuito a caracterização da dinâmica do uso e ocupação da terra, por meio de um processo não-supervisionado, método capaz de disponibilizar informações previamente classificadas de campo e capaz de fornecer maior confiabilidade às amostras de treinamento, imprescindíveis a uma classificação adequada. Neste caso, são operacionalizadas duas bandas previamente georreferenciadas da mesma área geográfica. A operação é realizada pela opção *pixel a pixel*, por meio de uma regra matemática definida, cujo resultado (imagem de saída) culminará numa nova imagem que representará a combinação das bandas originais.

As referidas operações requerem, para realçar a qualidade das imagens, a adição de um fator multiplicativo de ganho (espaço) e de *off-set* (brilho), conforme a equação:

$$\text{(ganho} * [(\text{b4} - \text{b3}) / (\text{b4} + \text{b3})] + \text{offset)} \quad (1)$$

Como forma de aumentar o contraste entre a resposta da vegetação e do solo utilizou-se a razão entre bandas referentes ao vermelho e infravermelho próximo (bandas 4 e 3), constituindo, assim, o Índice de Vegetação (NDVI).

#### 4.4.3 Composição multiespectral ajustada (b3 + NDVI + b1)

Este procedimento diz respeito a uma transformação RGB, em que a luz vermelha incide na banda 3, a luz verde na imagem NDVI e a luz azul na banda 1. O resultado desta composição demonstra que nas áreas de alto valor de NDVI, representado pelo verde, configura-se a ocorrência de vegetação, ao passo que as áreas de baixa ocorrência de NDVI, representado pelo vermelho ou azul, indicam a presença de solos expostos.

#### 4.4.4 Segmentação

No processamento digital de imagens, a classificação estatística é o procedimento convencional mais utilizado. Ela se constitui num processo de análise de *pixels* de forma isolada.

Este procedimento apresenta a limitação da análise pontual, pois se baseia unicamente em atributos espectrais. Para superar essa limitação, Câmara et al.(1996) propõem proceder a segmentação da imagem, previamente à fase de classificação, momento em que são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada.

Neste processo, divide-se a imagem em regiões contíguas, as quais correspondem às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por *regiões contíguas* um conjunto de "pixels" de tonalidade semelhantes, que se espalham bidirecionalmente de maneira uniforme.

O software SPRING trabalha com dois métodos de segmentação de imagem: crescimento de regiões e detecção de bordas ou detecção de bacias, dentre os quais, o presente trabalho utilizou o método crescimento de regiões (técnica de agrupamento de dados, na qual somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas).

#### 4.4.5 Classificação de padrões

A classificação consiste no estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de *pixels* é definido como pertencente a uma determinada classe.

A classificação de padrões é constituída pelas fases de segmentação (extração de regiões), classificação e mapeamento. Para realizar a classificação, no que concerne a este estudo, usou-se o classificador Bhattacharya, que faz uso de amostras do treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para as classes determinadas. Ao final, todas as regiões ficam associadas a uma classe definida pelo algoritmo, devendo o usuário associar essas classes ou temas às classes por ele definidas no banco de dados.

A vetorização das imagens classificadas foi realizada através da função Mapeamento. Esta opção permite a quantificação das classes de cobertura vegetal e da dinâmica dos níveis de utilização das terras, utilizando-se, para isto, a opção *Medidas de Classes* do menu temático.

#### 4.4.6 Editoração dos mapas temáticos

Os mapas temáticos finais das classes de cobertura vegetal, da dinâmica de utilização das terras e dos níveis de degradação foram criados no módulo SCARTA, software complementar do SPRING.

### 4.5 APLICAÇÕES DOS QUESTIONÁRIOS, SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL

A decisão que influenciou a escolha da área para aplicação dos questionários tomou por base a densidade populacional existente nas propriedades contíguas ao rio Taperoá. Essa maior

quantidade de comunidades pode ser confirmada através do mapa diagnóstico realizado pelo IBGE (2000), o qual aponta que, dentre os cinco setores rurais cadastrados no município, pelo menos três encontram-se na área em análise. Também se buscou suporte na fotointerpretação das imagens da área, as quais mostraram um elevado grau de antropismo.

Estes aglomerados rurais concentram aproximadamente 850 habitantes, segundo o somatório do total de pessoas que ocupam cada propriedade, representando cerca de 60% de todo contingente populacional da zona rural do município. Além disso, outro aspecto justifica tal escolha, já que diferentemente de outras áreas do município, ali a estrutura fundiária é composta por pequenas propriedades, que somada a alta densidade demográfica propicia um agravamento nas condições socioeconômica da população radicada.

Assim, o uso do método de aplicação dos questionários, ambiental e socioeconômico, adaptados da metodologia desenvolvida por Rocha (1997), forneceu um panorama tanto da ambiência quanto do meio antrópico da área sugerida para o estudo.

Quanto a eficácia do método em questão, esta pode ser conferida pelos resultados obtidos por Baracuhy (2001), Franco (2002) e Azevedo et. al. (2005). Os questionários foram aplicados nas áreas de interesse da pesquisa, utilizando-se para sua concretização a estrutura de pessoal existente na Secretária Municipal de Saúde da Prefeitura de São João do Cariri.

A decisão de recorrer-se aos agentes comunitários deu-se em virtude da principal necessidade de qualquer pesquisa de campo: respostas mais fiéis, frente à realidade existente.

A análise dos dados consiste da tabulação na planilha (EXCEL), onde as respostas recebem um número ponderado de 0 a 10, conforme sua magnitude e a importância do impacto. Os resultados são estabelecidos através de pesos aplicados às variáveis. Para cada variável atribuiu-se um valor, de acordo com a subdivisão da variável determinada por sua importância.

O valor maior do código representa também maior deterioração e o valor menor, menor deterioração (AZEVEDO et. al. 2005). Os resultados de campo foram plotados numa planilha eletrônica (EXCEL), gerando uma equação que determinou o nível percentual de deterioração das variáveis examinadas (Tabela 2).

Para se determinar os percentuais de deterioração (y), utilizou-se a equação da reta “ $y = ax + b$ ”, em que y varia de 0 a 100 (zero a 100% da deterioração). Os valores mínimos x e os máximos x’ definem os valores do modelo a e b, respectivamente.

As unidades críticas de deterioração foram determinadas a partir da equação da reta, utilizando-se os valores dos códigos máximos e mínimos e o valor significativo encontrado. Assim, a deterioração pode variar de zero a 100%, onde:

y - unidade crítica de deterioração (%)

x - valor modal encontrado a partir da tabela de códigos

x' e x'' - valores mínimos e máximos, respectivamente

a e b - coeficiente da equação da reta

**Tabela 2** – Códigos e variáveis estudadas

Diagnóstico ambiental	Do código 1.1 até 1.29
Diagnóstico socioeconômico	Social + Econômico + Tecnológico
Total do fator social rural	Do código 2.1 até 7.3 /Demografia, Habitação e Salubridade rural
Total do fator econômico	Do código 8.1 a 11.7/Produção: animais de trabalho, crédito, comercialização e rendimento
Total do fator tecnológico	Do código 12.1 a 13.4 /Tecnologia e industrialização rural

## 5. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS DA ÁREA DE ESTUDO

### 5.1 OS CRITÉRIOS PARA DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

Segundo Andrade (2005), o Nordeste é uma das regiões geográficas mais discutidas do país, apesar de ser a menos conhecida. Comumente, toda sua área é associada ao fenômeno climático das secas, característico de parte significativa da região. Entretanto nem todo o Nordeste é castigado pela estiagem e, por este motivo, – e para melhor administrar tal problema – nas áreas mais afetadas do mencionado território foi delimitada a região que compreende, de acordo com os critérios estabelecidos, as maiores adversidades condicionadas pela semi-aridez climática. Essa área é denominada de *Polígono das Secas* ou, mais comumente, de semi-árido.

O Polígono das Secas foi primeiramente delimitado por ocasião da Lei 1.348/51 como área de atuação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. Segundo Rebouças (1997), tal delimitação foi alterada por mais de dez vezes, obedecendo sempre a critérios mais políticos do que ecológicos.

Até o ano de 1995, sob os efeitos da Lei 7.827/89, os critérios utilizados para a delimitação geográfica do semi-árido eram baseados nas precipitações pluviométricas iguais ou inferiores a 800 mm/ano. Com essa característica climática, os municípios eram inseridos na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE.

A última atualização dos municípios pertencentes ao semi-árido foi realizada em 1995, pela SUDENE, através da Portaria 1.181 do referido órgão. Com a extinção desta autarquia, transferiu-se para o Ministério da Integração Nacional a responsabilidade de posicionar-se acerca dos pleitos de inclusão dos municípios interessados em dispor de tratamento diferenciado por parte das políticas de crédito e dos benefícios fiscais concerníveis àquela parcela do território brasileiro (BRASIL, 2005a).

Com essa atualização, a área classificada oficialmente como Polígono das Secas ou região semi-árida (Figura 1), aumentou de 892.309,4 km<sup>2</sup> para 969.589,4 km<sup>2</sup>, sendo hoje composta por 1.133 municípios, compreendendo uma população de 20 milhões pessoas.

Segundo apreciação informal feita por Jean Dresch e mencionada por Ab'Saber (1974), vale a pena ressaltar que o Polígono das Secas é uma das regiões semi-áridas mais povoadas entre todas as terras secas existentes nos trópicos ou entre os trópicos. Entretanto, Ab'Saber (2003) complementa a informação acrescentando que, possivelmente, se trata da região que possui a estrutura agrária mais rígida do Planeta.

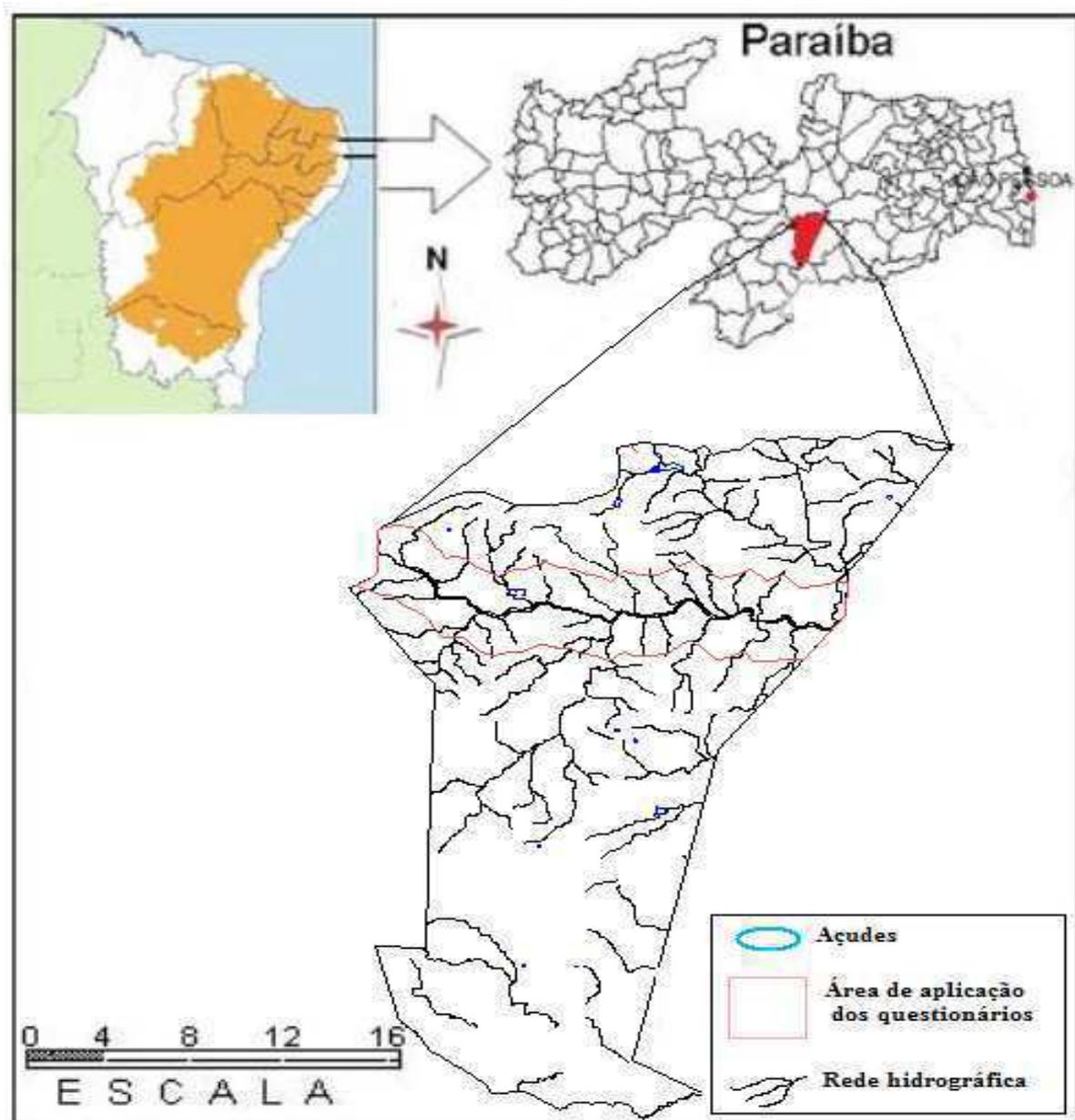


**Figura 1** – Limites do Semi-árido brasileiro  
Fonte: (IRPAA (1999))

## 5.2 O MUNICÍPIO

O município de São João do Cariri (Figura 2), objeto desta pesquisa, faz parte da região compreendida pelo Polígono das Secas e está localizado na parte central do Estado da Paraíba, especificamente na porção meridional, mais precisamente na Microrregião do Cariri Oriental e inserido na mesorregião da Borborema. Possui uma população de pouco mais de 4700 habitantes, dos quais mais da metade reside na zona rural, segundo dados da contagem da população de 2007 (IBGE, 2007).

Os limites municipais fazem fronteira a leste com Cabaceiras, Boa Vista e São Domingos do Cariri; a oeste, com Serra Branca; a noroeste, com Parari e Santo André; ao norte, com Gurjão e, ao sul, com Carnaúbas (MELO E RODRIGUEZ, 2004)



**Figura 2-** Localização de São João do Cariri no contexto do Semi-árido brasileiro  
 Fonte: elaboração pelo autor.

### 5.2.1 O clima

O clima é quente e úmido, classificado por Köppen como Bsh, e caracterizado por uma baixa e irregular pluviosidade concentrada em apenas três meses do ano, na faixa compreendida entre 300 e 900 mm/ano. As temperaturas médias anuais são da ordem de 26 a 29°C.

Ainda segundo os critérios adotados por Köppen às designações das letras, tem-se o seguinte: B significa que a evapotranspiração potencial média é maior que a precipitação média anual, e não havendo, portanto, excedente de água, daí o porquê de nenhum rio permanente originar-se no local; S indicando estação seca de verão; e H referindo-se à temperatura média anual superior a 18°, ou seja, temperatura elevada (DANNI-OLIVEIRA & MENDONÇA, 2007).

De acordo com a classificação bioclimática de Gaussen, o clima dessa área é do tipo sub-desértico quente, com tendência tropical - 2b, com índice xerotérmico de 200 a 300. (Figura 3). Esta característica de sub-deserto foi também referenciada por Andrade-Lima e Silva (1982).

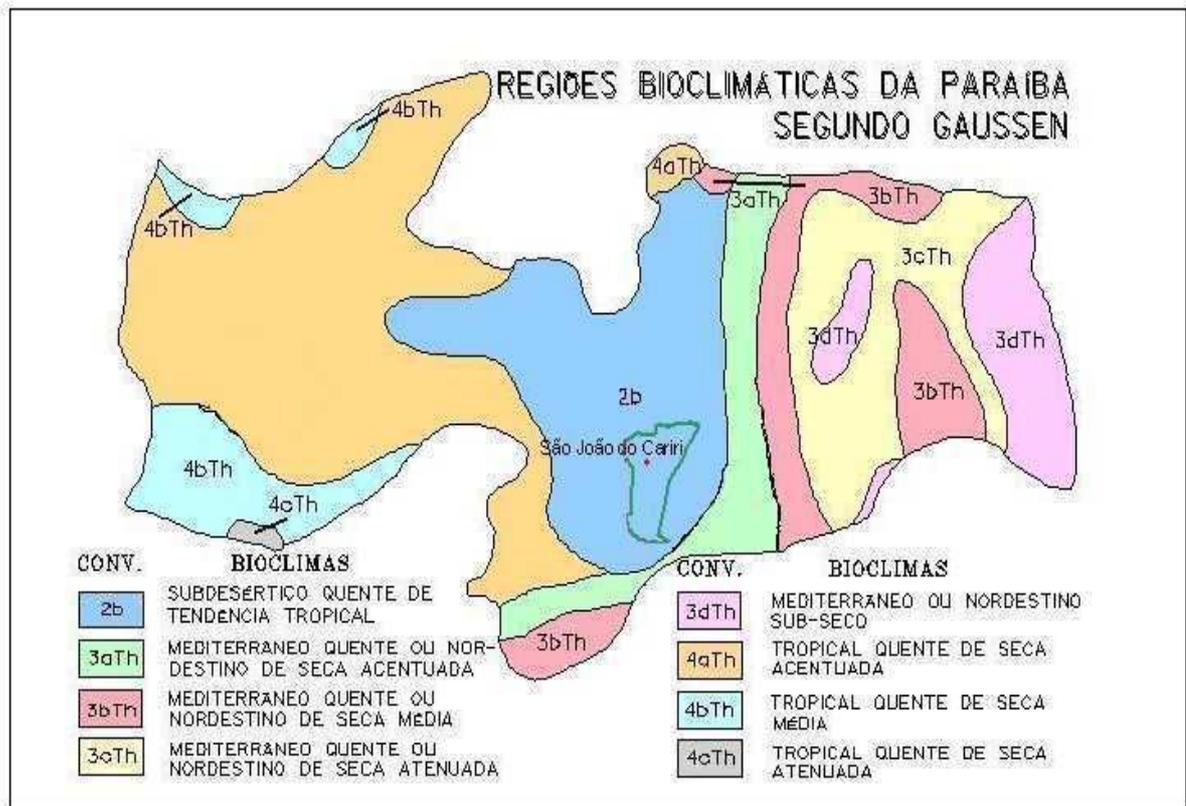
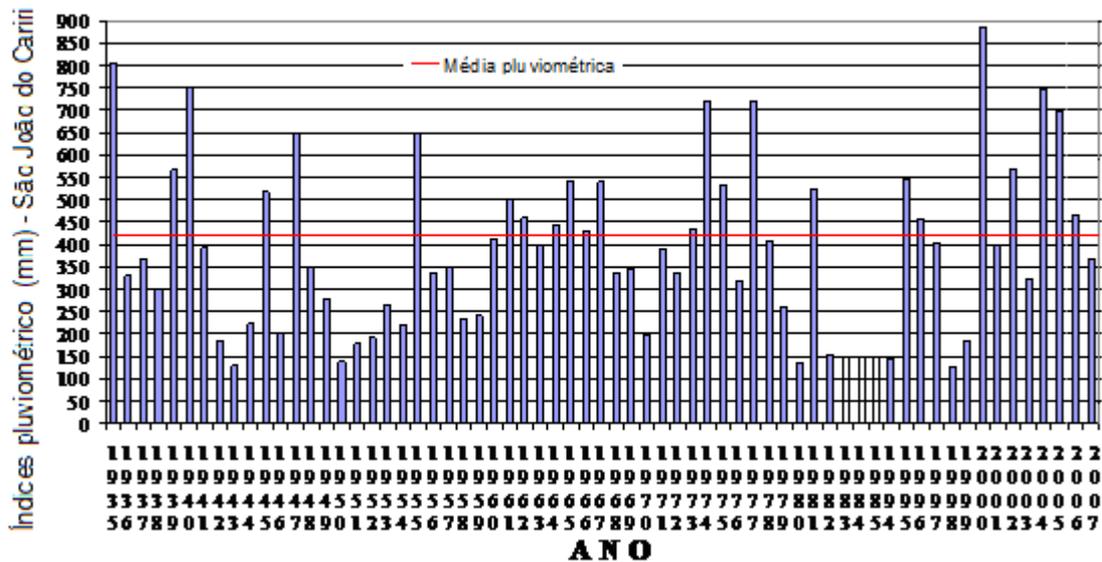


Figura 3 – Regiões bioclimáticas da área de estudo  
Fonte: Brasil (1972) – adaptado

O quadro climático descrito gera uma umidade relativa do ar que apresenta médias anuais por volta de 50% e insolação que chega ao patamar de 2800/h/ano, marcado pela predominância de uma cobertura vegetal constituída de espécies decíduas e caducifólias, com forte presença de cactáceas, sobretudo no domínio da Caatinga (MELO e RODRIGUEZ, 2004; AB’SABER, 1974).

Outro condicionante de papel relevante é o elevado déficit hídrico que, segundo Rebouças (2001) chega a atingir 2200 mm/ano, inviabilizando algumas soluções hídricas, a exemplo dos açudes. Ainda sobre as feições climáticas, Teles (2005) afirma que um elemento, associado à escassez de chuvas, importante na definição do quadro climático daquela área, é a irregularidade (anual e interanual) das precipitações, dentre as quais destaca-se o período de janeiro a abril como o mais freqüentemente chuvoso. As Figuras 4 e 5 retratam de forma inequívoca a irregularidade, tanto intra como interanual.



**Figura 4** - Demonstrativo dos índices de pluviosidade de São João do Cariri  
 Fonte: UFCG - Bacia Escola (2008)



**Figura 5**- Variação intra-anual da pluviosidade do período estudado  
 Fonte: UFCG – Bacia Escola (2008), Modificado

Muitos estudos visando entender a dinâmica da atmosfera para explicar, de modo satisfatório, o que de fato ocorre com as precipitações no semi-árido, atribuem a restrita influência das massas de ar que atingem essa porção do território, as quais influenciam o clima local.

Conti e Furlan (1998) apontam outro condicionante que ajuda a explicar tal situação. É a influência do relevo, tendo em vista que as áreas do Planalto da Borborema, transversais à direção preponderante dos ventos, provocam desvios significativos que, de pronto, se evidenciam sobre a força e a continuidade destas massas de ar, para, finalmente, se diferenciarem quanto às precipitações.

Esta situação é frontalmente oposta ao que ocorre na planície costeira, nas serras dos Brejos e no declive oriental da Borborema, que são atingidos pelos ventos úmidos de Sudeste, os quais, em virtude das condições topográficas, se elevam, resfriando-se e ultrapassando, muitas vezes, o nível de condensação, com nuvens e condições de precipitações, responsáveis pelo surgimento das chuvas (HECKENDORFF & LIMA, 1985).

Diante da variedade climática, muitos estudiosos são unânimes em afirmar que o processo de ocupação e exploração das terras que estão além da faixa costeira só se concretizou graças à necessidade de prover o empreendimento açucareiro de gêneros alimentícios, animais e pele, produzidos em ambiente tão inóspito (ALMEIDA, 1978).

### 5.2.2 Estrutura Geológica

A geologia da área em que está situado o município está constituída do embasamento cristalino de idade Pré-Cambriana, onde predominam gnaisses, migmatitos e granitos sob a forma de inúmeros aforamentos. Sobre a estrutura geológica da área do município sobre a província tectônica da Borborema, Dantas e Caúla (1982) esclarecem que:

Na parte ocidental, os metamorfitos e rochas granulares do embasamento ocorrem dispostos em feixes paralelos de direção E-W, evidenciando uma compressão tanto para norte como para sul. Associadas a este compartimento estrutural ocorrem falhas inversas de direção E-W. Em fase posterior, falhas transcorrentes diagonais, levógiras, de direção NE e NNE afetaram todo o cristalino regional, promovendo deslocamentos de alguns quilômetros no alinhamento estrutural E-W, desenvolvendo faixas cataclásticas. São distinguidas ainda inúmeras falhas de direção NE, conectadas transversalmente ao sistema de falhas do lineamento Pernambuco. (op.cit.).

Ainda quanto aos aspectos estruturais, Dantas e Caúla (op.cit) afirmam que o sistema apresenta um quadro variável, cuja interpretação é enormemente prejudicada pela atuação das falhas profundas associadas aos lineamentos, em fase posterior.

Para Brito e Neves (apud DANTAS & CAÚLA, 1982), os dobramentos existentes, por sua vez, são lineares e contínuos, com direção NE (na porção oeste), passando a NNE (na parte central) e finalmente a E-W (região leste), acompanhando o próprio eixo da faixa. Paralelamente, há desenvolvimento de estreitos anticlinórios separando amplos sinclinórios, ambos com planos axiais mostrando sintomas de bipolaridade, com vergência voltadas para o norte sem no entanto existir uma linha ou área que defina a divisão das vergências.

As rochas graníticas *Cariris Velhos* são leucogranitos e migmatitos de fonte crustal, gerados principalmente por fusão parcial de protólito sedimentar ou vulcanosedimentar durante a orogênese Cariris Velhos. Ocorrem sempre como *sheets* intrusivos empilhados ao longo das superfícies de *thrusts* do episódio colisional deste evento orogênico (Figura 6).



**Figura 6** - Metagranitóide PM! Sinmigmatíticas evento típico dos Cariris Velhos.  
Fonte: Brasil (2002)

### 5.2.3 Recursos Edáficos

Os solos do município são predominantemente litólicos, rasos e pouco desenvolvidos, com pouca capacidade de armazenamento de água. Os NEOSSOLOS LITÓLICOS são, em geral rasos, com espessura inferior a 0,50 m, possuindo, em geral, uma estreita camada de material terroso sobre a rocha, ocorrendo, mais freqüentemente, em áreas de relevo acidentado. Também são solos com grande potencial para aproveitamento hidroagrícola, embora necessitem de um manejo eficiente devido a sua tendência a salinização e a sodificação (BRASIL 2005b).

Chaves et al. (2002) descrevem mais detalhadamente os solos da área onde se localiza o município de São João do Cariri como sendo os seguintes: Luvissole Crômico vértico - TC (Bruno Não-Cálcico vértico), o Vertissolo Cromado Órtico - VC (Vertisol) e o Neossolo Lítico - RL (Solo Litólico). Ocupando áreas menores e locais específicos da paisagem, ainda ocorrem os Cambissolo Háplico - CX (Cambisol), Neossolo Flúvico - RU (Solo Aluvial), Planossolo Háplico - SX (Planosol Solódico) e afloramentos de rocha associado ao Neossolo Lítico.

Estes solos apresentam os maiores níveis de degradação. Quando esses solos ficam descobertos, por causa da diminuição e do rebaixamento da cobertura vegetal, apresentam fortes sinais de erosão.

### 5.2.4 A Cobertura Vegetal

A vegetação é do tipo Caatinga hiperxerófila, variando, segundo Andrade-Lima e Silva (1982), de arbustivo esparso a arbustivo muito ralo.

Na paisagem da Caatinga, também é bastante intensa a ocorrência de cactáceas de várias espécies: Xiquexique (*Polosocereus gounellei*), Macambira (*Bromélia laciniosa*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*), dentre outras. Entretanto, também existe, segundo Lacher et. al. (2005), a caatinga arbórea que está restrita às manchas de solos ricos em nutrientes.

As florestas mais úmidas, chamadas de brejos de altitude (ou serras), estendem-se sobre as encostas e topos das chapadas e serras com mais de 500 m de altitude, e recebem maior volume de chuvas orográficas ao longo do ano.

De acordo com Alves (2007), a cobertura vegetal da Caatinga é representada por formações xerófilas e caducifólias, muito diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas e antrópicas. Em vista disso, apresentam certo número de problemas quanto a sua definição e classificação, em virtude de serem encontradas de maneira muito heterogênea, não só do ponto de vista fisionômico, da sua composição florística e condições estacionais, como também, pelo longo período de ocupação humana, centrada na pecuária, na agricultura, na exploração mineral e no extrativismo vegetal.

A vegetação da Caatinga já foi classificada em duas tipologias: pela FAO (Programa das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), como bosque xerofítico caducifólio, o que lhe confere o status de mata; bem como pelo RADAMBRASIL, para quem o termo utilizado pela FAO seria inadequado e vindo a ser substituído pela denominação russa de savana estépica (SUDEMA, 2001).

Com relação à conservação da vegetação, a realização de um estudo realizado em 1990 pelo PNUD/FAO/IBAMA, partindo de dados do RADAMBRASIL, quantificou em 41,5% o montante de remanescentes da vegetação nativa deste bioma, contra cerca de 65% em 1984.

Entretanto, deve-se ter em mente que o RADAMBRASIL foi finalizado em 1984, mas seus dados foram obtidos ao longo de duas décadas, de forma que, em vez de uma redução brusca em apenas seis anos, este número reflete um período maior. A tendência obtida com estas estimativas apontava uma perda de cobertura vegetal no bioma da ordem de 500 mil hectares por ano (BRITTO et al., 2007).

#### 5.2.5 Características da rede hidrográfica e os recursos hídricos

A superfície do município é dissecada por uma rede de rios e canais, que compõem parte importante da bacia do rio Paraíba. Esta rede de drenagem é formada principalmente por rios e riachos temporários, sendo o rio Taperoá o mais importante na disponibilidade de água no município, pois percorre transversalmente parte significativa do seu território e deságua no Açude Epitácio Pessoa.

Embora o território municipal não disponha de uma boa estrutura hídrica, com reservatórios de superfície, existem alguns mananciais distribuídos entre as grandes propriedades, que servem, sobretudo, para dar suporte à atividade pecuária.

O município dispõe também de uma quantidade considerável de poços tubulares que são operados por meio de cata-ventos. Estes poços se concentram principalmente próximos a comunidades rurais com certa densidade demográfica.

De acordo com Paraíba (1996), o município de São João do Cariri está inteiramente situado sobre a província geológica da Borborema, embasamento cristalino, portanto, um substrato impermeável, que não dispõe de um aquífero generalizado, excetuando-se os casos de depósitos confinados em falhamentos.

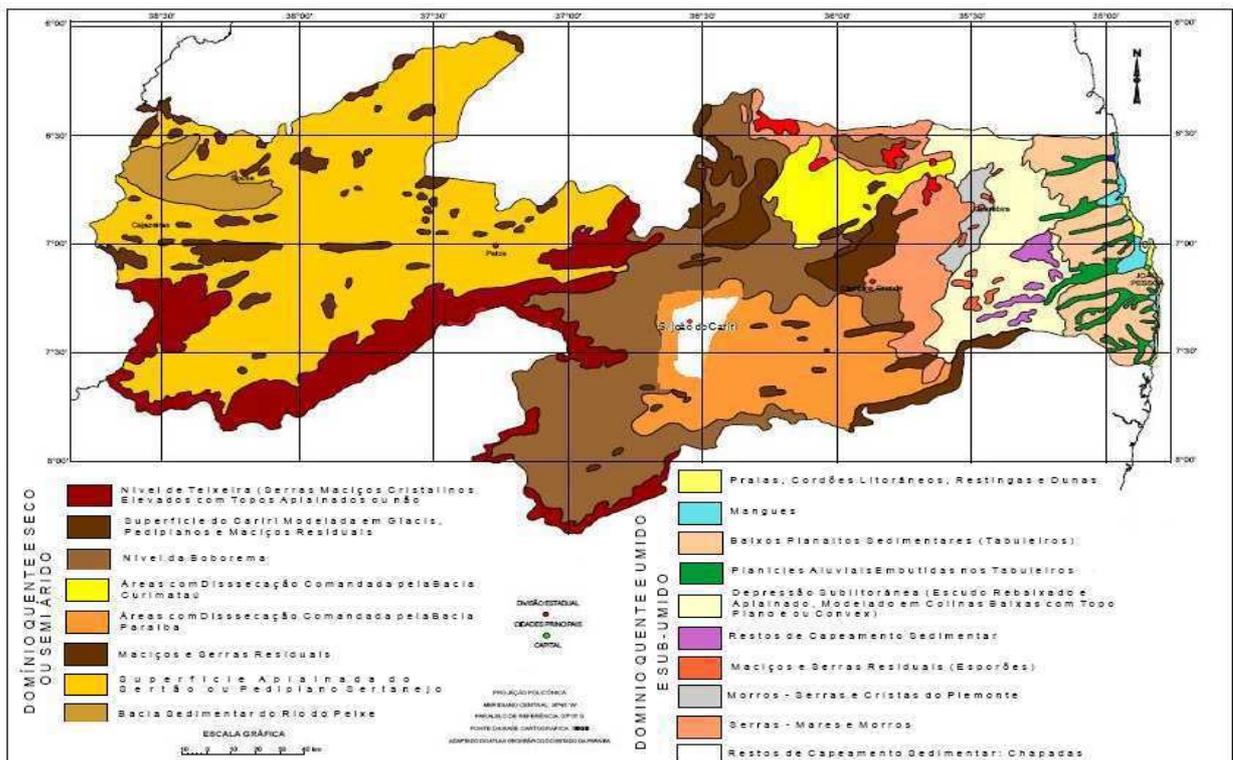
Segundo Sousa (2007), as águas subterrâneas existem nos lençóis confinados, com possibilidades de exploração em poços perfurados dos cruzamentos no sistema falha/fraturamento, e/ou nas formações aluviais superficiais, que ocorrem geralmente ao longo do leito dos rios.

De modo geral, as águas de poços perfurados são muito utilizadas na área, mas apresentam limitações quantitativa e qualitativamente, haja vista a baixa vazão oferecida e o teor de salinidade, o que compromete a qualidade por torná-la imprópria para o consumo humano e com certo nível de restrição para a dessedentização animal.

Outra fonte hídrica de vital significado social foi o açude Namorados, construído em 1932, com recursos próprios (TELES, 2005). Entretanto, por razões ainda não explicadas, no início do período chuvoso de 2008, o açude rompeu-se e, dada a importância que o mesmo representava para a disponibilidade de água, certamente ainda trará enormes dificuldades para o município.

#### 5.2.6 Aspectos geomorfológicos

O relevo do município se situa entre predominantemente plano e levemente ondulado, e se trata de uma área pelos ciclos de erosão iniciados no final do Terciário que dissecaram periféricamente o núcleo nordestino do escudo brasileiro (ANDRADE-LIMA & SILVA, 1982). De acordo com Brasil (2005), trata-se de uma região aplainada, de ocupação antiga, recortada pela parte alta do rio Paraíba e pelo seu principal afluente, o rio Taperoá (Figura 7).



**Figura 7** – Mapa Geomorfológico da Paraíba, com destaque para o município em exame  
Fonte: SUDEMA (www.pb.gov.br/sudema) – adaptado.

A altitude, que varia de 400 a 600 metros, e sua situação, marcada por sotavento das “serras” que a circundam, a exemplo das escarpas orientais da Borborema ou das zonas mais altas da divisa com Pernambuco, explicam a aridez do seu clima (CONTI & FURLAN, 1998).

O Planalto da Borborema constitui a unidade geomorfológica de maior expressão no Estado. Sua estrutura é a de um maciço formado de diversas rochas cristalinas muito antigas que, posteriormente, foi deformado pela ação de forças tectônicas.

Em decorrência desta ação, o Planalto da Borborema ora apresenta porções soerguidas, ora aplainadas, ou ainda, ora inclinadas ou alinhadas, seguindo determinadas direções.

### 5.3 A OCUPAÇÃO DO *HINTERLAND* E O PRIMEIRO NÚCLEO DE POVOAMENTO DO CARIRI PARAIBANO

A região Nordeste, assim como o Brasil, já era habitada por várias nações de aborígenes, quando, em abril de 1500, Pedro Álvares Cabral aqui desembarcou.

Essa porção do território brasileiro, cuja extensão territorial é de 1.548.672 km<sup>2</sup>, dos quais mais da metade encontra-se inserida no polígono das secas, teve como forma de ocupação nos primórdios da colônia as doações de terra a uma minoria beneficiada pelo regime de Sesmarias, que deu início ao longo processo de concentração fundiária que se reflete ainda nos dias de hoje (ANDRADE, 1993).

No sistema de Capitânicas Hereditárias, a grande propriedade e a exploração de um produto exportável faziam parte da infra-estrutura montada pelos portugueses.

A monocultura da cana-de-açúcar foi mais acentuada na faixa costeira do Nordeste, devido às condições climáticas, à potencialidade do solo, ao relevo plano que facilitava o manuseio da colheita e ao escoamento da produção, favorecido pela proximidade com os portos. Sua expansão para o interior do continente e a necessidade de uma atividade complementar ao engenho, fornecendo-lhes alimento e animais para tração nas moendas, fez surgir a pecuária, que incluía em suas atividades a promoção da ocupação do interior.

Nesse contexto, afirma Andrade (1988):

O povoamento das áreas semi-áridas do sertão foi feita a partir do século XVI por criadores de gado que levaram seus rebanhos para a Caatinga, desenvolvendo uma pecuária em função da produção do couro e do fornecimento de carne e animais de trabalho à área canavieira.

A expansão do latifúndio pecuário não se deu apenas na Bahia e em Pernambuco, mas também no Ceará, Maranhão e Paraíba. Nesta última, cuja ocupação só se efetivou em 1585, devido à resistência dos indígenas, a penetração e conseqüentemente a conquista do sertão tornou-se extremamente difícil, em virtude dos obstáculos do relevo (ANDRADE, 1988).

No entanto, mesmo frente à bravura das nações Cariris e Tarairius, que durante anos resistiram à invasão, o colonizador contou com acesso favorável do leito dos rios, que funcionou como corredor para a passagem do boi e do homem continente adentro.

Destacaram-se na luta e na conquista do interior da Paraíba dois personagens: Domingos Jorge Velho – bandeirante paulista – e o Capitão-Mor Teodósio de Oliveira Ledo a quem se conferiu o prêmio pelas conquistas de enorme quantidade de terras (ALMEIDA, 2008).

Dessa forma, à custa de sangue e no firme propósito de ocupar o território com gado e gente em nome do Rei, efetivou-se a conquista do interior do Nordeste, sobretudo da Paraíba, surgindo, assim, no início do século XVII, os primeiros núcleos urbanos do interior do Estado.

O arruamento de Pilar foi a primeira povoação, depois da qual seguiram-se outras ao longo do rio Paraíba até o Alto-Piranhas no oeste do estado (GURJÃO, 2003). Um pouco mais adiante no tempo, em meados do século XIX, surgiria outro fator importante na consolidação da ocupação e na manutenção da estrutura de poder do interior paraibano, que foi a introdução da cultura do algodão, a qual, ao lado da pecuária extensiva, compunha a principal fonte de riqueza dessa área.

Já o estabelecimento do núcleo urbano de São João do Cariri organizou-se a partir de um aldeamento dos índios Kariris existente à margem esquerda do Rio Travessia (hoje, rio Taperoá), de acordo com documento da época, em meados do século XVII, o Alferes Custódio Alves Martins,

advindo da Capitania de Pernambuco, requereu por doação essas terras com o intuito de utilizá-las para a pecuária, fato que culminou no povoamento denominado Travessia.

Segundo Tavares (1982):

O Alferes Custódio Alves Martins diz que é morador da capitania de Pernambuco e desejando povoar e tendo notícias de algumas que havia nas cabeceiras e nascenças do Parahyba, metteo com gente que levou em sua companhia pelo sertão com pessoa prática por serem partes aonde até então não havia ido gente branca pelo receio de se toparem com o gentio bravo, com despesas e risco de vida, e com effeito descobriu algumas que o gentio deu o nome Cujajique, em cuja terra o suplicante situou-se e deu o nome se Sítio São João e logo ali metteo gado, tomando posse das referidas terras há mais de três anos. A carta de Sesmaria foi feita com a concessão de uma légua de comprimento por e três de largura, deixando de fora algumas pedreiras e uma aldeia de índios, pelo Capitão-Mor Manuel S. de Alberguia (TAVARES, 1982).

É dessa mesma época a construção feita por padres Jesuítas de uma capela dedicada à Nossa Senhora dos Milagres, a qual, em 1750, tornar-se-ia a freguesia, cujos domínios se estendiam para o oeste até Piancó, e a leste dividia-se com Pilar.

Naquele núcleo urbano, concentrou-se uma elite que foi destaque nas esferas da justiça, das letras, da política e na agropecuária em âmbito regional e nacional.

O prestígio e poderio econômico eram tamanhos que, segundo Jofilly (1892), ao lado de Piancó, apenas São João do Cariri se destacava no número de escravos possuídos, o que para a época se definia como prova de riqueza e ostentação.

Com o crescente desenvolvimento, o povoado, em 1776, foi elevado à categoria de Julgado (equivalente a dispor de um Tribunal de Justiça), concentrando ali todas as decisões judiciais, dados de nascimentos e óbitos de toda essa área.

Em 1798, recebeu o título de Vila de São Pedro, em homenagem ao príncipe regente de Portugal, para em seguida perdê-lo, numa disputa com Campina Grande, por ordem da Coroa Portuguesa. Entretanto, em 1803, é oficializada como Vila Real de São João dos Cariris de Fora. Finalmente, em 1854, é conduzida à categoria de Comarca, pela Lei Provincial nº 027 de 06 de julho do mesmo ano.

Existe, no entanto, um aspecto crucial e que sempre se fez presente na história deste município: a rivalidade política entre famílias de influência. Só a título de exemplo, podem ser citadas as disputas entre os Ramos e os Farias nos séculos XVII e XVIII e entre as famílias Brito e Gaudêncio até meados do século XX.

À primeira vista, este tipo de embate político localizado não parece ser importante, contudo, dois aspectos ainda hoje presentes no contexto deste município, podem ser creditados a tais querelas: o primeiro explica o atraso em relação a outros municípios vizinhos; o segundo aspecto, mais geral, confirma de um lado a base produtiva centrada na pecuária ultra-extensiva, de base

pouco sustentável e, de outro, um desnível social acentuado que oferece duas classes bem distintas: a dos abastados e a dos despossuídos.

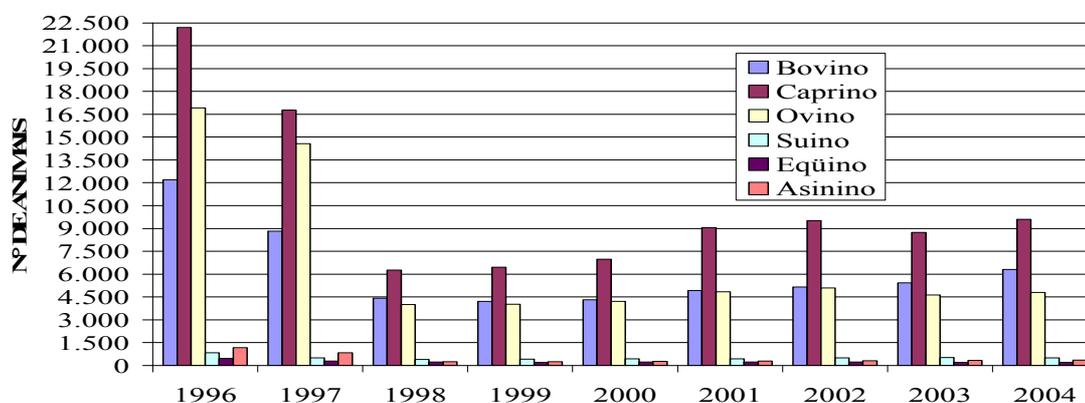
Ao contrário do passado, São João do Cariri hoje é um Município pobre, tem nos empregos públicos Estaduais e Municipais e nas aposentadorias rural suas principais fontes de renda, além da agricultura e pecuária de subsistência. Contudo, assim como outrora, São João continua sendo palco de grandes realizações e de grandes conquistas. O município abriga a Estação Experimental da Universidade Federal da Paraíba, onde são realizadas várias pesquisas com animais de criação e com os recursos, hídricos edáficos e vegetais relativos à região.

Também são realizadas coletas de dados pluviométricos e ambientais, além de pesquisas na área da Geofísica Espacial através do Observatório de Luminescência Atmosférica da Paraíba, operado pela Universidade Federal de Campina Grande em parceria com Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

### 5.3.1 Base econômica

O município de São João do Cariri tem como característica econômica a produção agropecuária, centrada principalmente na caprinocultura. Em tempos pretéritos, as atividades produtivas tinham como destaques a exploração de culturas industriais como o sisal e o algodão arbóreo, que hoje se encontram em declínio. Entretanto, à medida que ocorria a retração do sisal e do algodão, por entraves na comercialização e pela ocorrência do bicudo, respectivamente, expandia-se a atividade pecuária e culturas de suporte forrageiro, como a palma e o capim. Tem-se, assim, a caprino-ovinocultura e também a criação de bovinos como a atividade de maior potencial para a região, sobretudo a caprinocultura por oferecer maiores possibilidades de adaptar-se às condições geoclimáticas do Semi-árido (Brasil, 2005b).

Dessa forma, em meio às condições extremas de aridez, o caririzeiro conserva e implementa seu rebanho (Figura 8), como forma de produzir, mesmo diante das adversidades.



**Figura 8** - Evolução do rebanho pecuário de São João do Cariri  
Fonte: Sousa (2007)

A produção de alimentos, atualmente, ainda ocorre de forma extensiva, através de culturas itinerantes e de forma mais ou menos permanente nos setores mais úmidos, representadas pelas áreas de climas amenos, baixios, vazantes e nas serras interioranas, notadamente naquelas que fazem fronteira com o vizinho Estado de Pernambuco, além de áreas de perímetros irrigados.

Nos últimos dez anos, houve uma razoável variação entre as áreas plantadas, bem como na colheita por área. A Tabela 3 demonstra a dinâmica das áreas plantadas e das colheitas realizadas num período de uma década, indicando que nesta década ocorreu pouca alteração na produção da agricultura de sequeiro.

**Tabela 3 - Evolução da área plantada com culturas temporária – São João do Cariri - PB**

Município	Cultura	Área plantada e colhida (ha)	Ano										
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
São João do Cariri	Feijão	Área plantada	500	401	100	450	1.250	1.300	1.000	1.100	1.100	850	550
		Área colhida	500	401	0	0	1.250	100	1.000	440	800	600	300
	Milho	Área plantada	500	520	100	600	1.500	1.300	1.100	1.200	1.200	900	500
		Área colhida	500	520	0	0	1.500	100	1.100	360	700	500	400

Fonte: IBGE – *Link Cidades* (2008)

Em que pese a produção agrícola ter sua maior expressão nas culturas de milho e feijão, merece destaque a exploração das culturas da pinha e do umbu, que vegetam espontaneamente e complementam a renda do agricultor no período de safra.

### 5.3.2 Estrutura fundiária

A estrutura fundiária do município de São João do Cariri (Tabela 4) sempre esteve relacionada aos latifúndios, devido ao fato de sua gênese derivar de uma aristocracia rural iniciada no período colonial, cuja atividade econômica principal esteve ligada à pecuária. Entretanto, com o avançar do tempo e a inevitável divisão por hereditariedade, hoje este aspecto concentrador de terras vem tendo como característica um grande número de estabelecimentos de área reduzida.

Os estabelecimentos de menos de 50 ha – faixa na qual se concentra a maioria dos produtores familiares – correspondem a 80% do total de estabelecimentos, mas ocupam apenas 15% da área total, o que demonstrando que ainda há problemas na distribuição e posse das terras (BRASIL, 2005b). As migrações são outro fator determinante para que as áreas passíveis de serem exploradas pelos que permanecem, sejam maiores do que a parte que legalmente lhes pertenceria na partilha das famílias.

Na contramão do processo de distribuição está o casamento, como outro instrumento social que ajuda a concentrar, junto às famílias abastadas, a posse das terras.

De acordo com IBGE (2006), a maioria dos estabelecimentos familiares está, portanto, limitada por áreas pequenas, que não permitem um aumento do rebanho para níveis capazes de permitir sua capitalização.

Na tentativa de criar bastantes animais para ter uma renda satisfatória, acabam ultrapassando a capacidade de carga permitida pelo meio, prejudicando, assim, o meio ambiente e reduzindo sua própria capacidade de criação.

**Tabela 4 - Distribuição do número de propriedades rurais de São João do Cariri**

Número de imóveis rurais	Área da propriedade em ha
163	1965.80
97	3350.20
73	4909.30
49	6917.80
45	13630.50
14	8842.90
11	19193.80
Total de imóveis 452	Área total 58809.80

Fonte: INCRA (1998) – Modificado

Ainda segundo o mesmo documento, na outra extremidade, os produtores capitalistas, que correspondem aproximadamente aos estabelecimentos com mais de 500 ha (3% do total), detêm 45% da área total. A maioria deles corresponde a grandes propriedades subaproveitadas, cujos recursos forrageiros, se disponibilizados para os estabelecimentos limitados na sua capacidade de criação, poderiam funcionar como um dos elementos de ruptura do círculo vicioso da degradação ambiental. Na possibilidade desses estabelecimentos serem utilizados para reduzir o problema do minifúndio, permitiriam multiplicar por 4, a área média dos estabelecimentos com menos de 50 ha.

### 5.3.3 Estrutura Demográfica

De acordo com informações levantadas junto ao IBGE, depois da década de 1980 a distribuição da população por domicílio tem se modificado ao longo do tempo. Pelo levantamento censitário de 1980, a distribuição equitativa da população nordestina era de 50,4% vivendo na zona urbana e 49,5% no meio rural; contudo, onze anos depois, houve uma redução desta população rural, que, por diversos motivos, migrou para as cidades. Pelo censo de 1991, 60,3% da população nordestina tinham residência nas áreas urbanas e 39,3% permaneciam no campo. Esta tendência de urbanização foi confirmada por ocasião do censo de 2000, quando a população urbana alcançou o índice de 69,1%, enquanto a rural decaiu para apenas 30,9%.

No que diz respeito à população radicada na mancha semi-árida, o problema acentuou-se em termos de taxas de crescimento.

Enquanto o crescimento populacional da zona urbana atingiu 2,6% no período de 1991 a 2000, os moradores do meio rural experimentaram índice negativo da ordem de -1,0%.

De acordo com os resultados do censo realizado em 2000, em São João do Cariri possuía uma população de 4700 habitantes, apresentando densidade demográfica de 7,76 hab./km<sup>2</sup>. Todavia, se observada a Tabela 5, constata-se que o número de habitante ali já foi bem mais expressivo.

Apesar da existência de fatores de ordem estrutural, seja por falta de condições financeiras, como forma de controle da população, seja pelo aspecto das migrações, ou ainda pela deterioração das condições de vida, causada pelas constantes estiagens, o fato é que nenhuma destas alternativas decretaria uma redução tão drástica da população do município. A razão mais plausível para explicar tamanha redução foi o desmembramento do distrito de Caraúbas, em 1996, cuja população se aproxima em quantidade, da existente no velho município.

**Tabela 5** - Distribuição da população por domicílio nas ultimas décadas.

Município	Zona	População residente						Área (Km <sup>2</sup> )
		1970	1980	1991	1996	2000	2007 <sup>2</sup>	
São João do Cariri	Urbana	1.558	1.847	2.217	2.631	1.996	1753	702
	Rural	6.497	5.930	5.320	5.191	2.707	2685	
	<b>Total</b>	<b>8.055</b>	<b>7.777</b>	<b>7.537</b>	<b>7.822</b>	<b>4.703</b>	<b>4.438</b>	

Fonte: IBGE (2007) adaptado

De acordo com a Tabela 5, o município de São João do Cariri concentrava em 1970, 82,3% da população na zona rural, contra 17,7% na cidade. Ao passo que em 2000, esses índices se aproximaram de 41,8% para a população urbana e 58,2% para a rural, seguindo uma tendência global de as populações se concentrarem nos centros urbanos.

<sup>2</sup> Contagem da população 2007

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 CLASSES DE USO DA TERRA: RESPOSTA ESPECTRAL DOS ALVOS

#### 6.1.1 Processamento das imagens via contraste linear

O processamento é normalmente considerado como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento dos alvos da superfície terrestre. A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada *pixel*, com o propósito de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança.

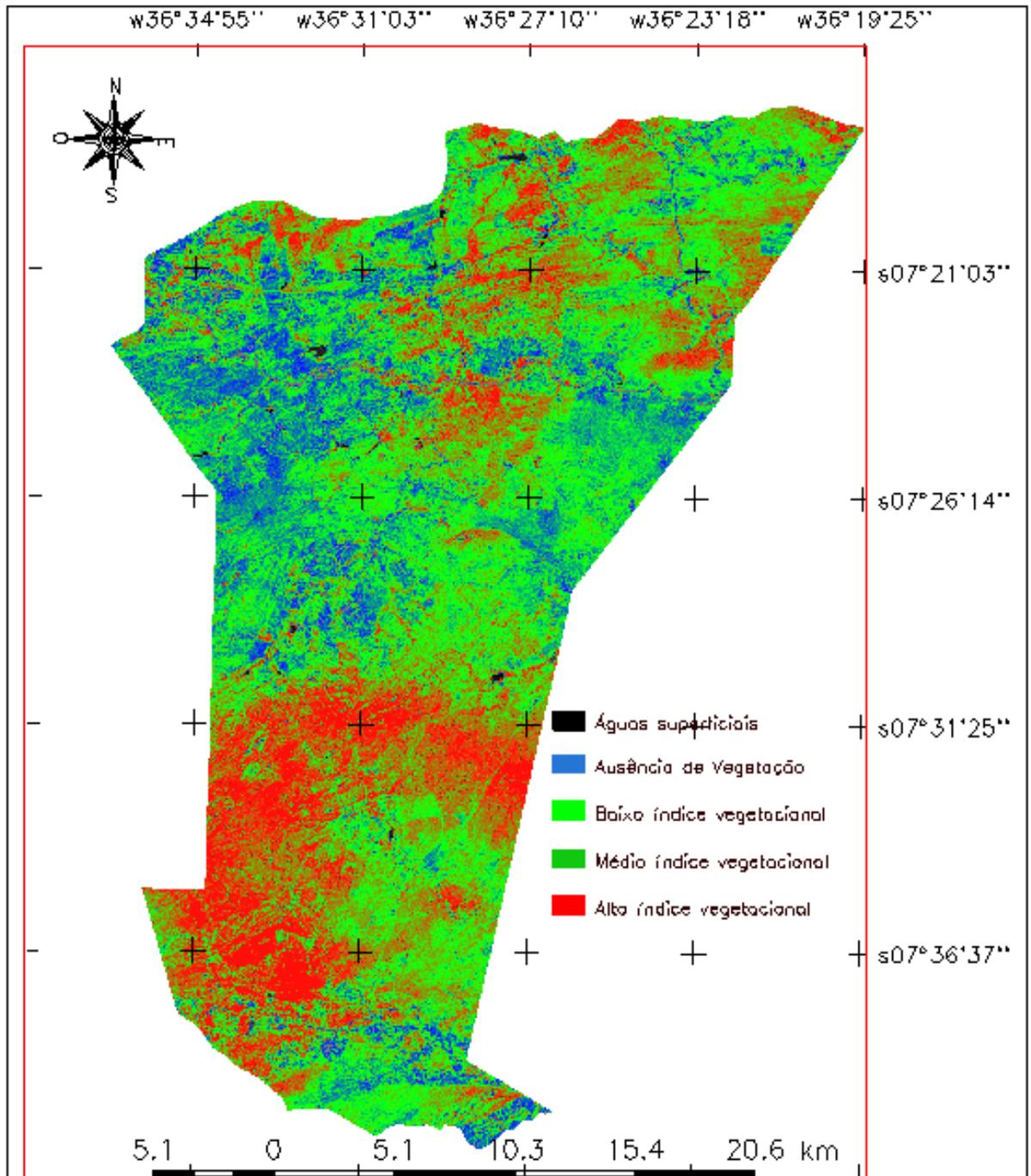
#### 6.1.2 NDVI/imagem sintética

Posteriormente, optou-se por aplicar operações aritméticas entre imagens. Neste caso, a técnica foi aplicada às bandas 4 e 3 da área geográfica, previamente georreferenciadas, com ganho de espaço 200 e *off set* de 100. Para o propósito, nesta etapa do estudo, preferiu-se aplicar a operação de divisão ou razão entre bandas (Operação - 5). A operação razão entre bandas possibilita: (i) remover efeitos de ganho provenientes de variações espaciais ou temporais, quando ocorrem em bandas de uma mesma imagem; (ii) diminuir variações de radiância da imagem, provenientes de efeito de topografia, declividade e aspecto, e (iii) aumentar diferenças de radiância entre solo e vegetação.

Buscou-se, com isto, aumentar o contraste entre solo e vegetação, por meio da utilização das bandas correspondentes ao vermelho e infravermelho próximo, o que possibilitou a composição dos índices de vegetação (NDVI) correspondentes às cenas TM/Landsat do ano de 1987, TM/ Landsat 1996 e CCD/ CBRS 2007, mostradas nas Figuras 9, 10 e 11. Como forma de oferecer uma imagem em cores, adotou-se a aplicação da operação por fatiamento arco-íris, gerando, com isso, uma imagem sintética, para cada cena.

De acordo com os resultados demonstrados através da resposta espectral, resultante desta composição, se pôde observar que a técnica favorece o realce da resposta do solo exposto (cor azul) em comparação com o verde ou margenta, correspondentes aos diversos tipos e densidades da vegetação. Ao se comparar os padrões de resposta da evolução espaço temporal entre as cenas, observa-se que o NDVI de 1996 é extremamente pobre em vegetação, inclusive destoando das demais cenas analisadas. Este fato pode estar relacionado aos sucessivos períodos de estiagem, verificados na primeira metade da década de 1990, bem como a falta de assistência as populações atingidas, que buscam na retirada da vegetação, meios de sobrevivência.

Para a década seguinte, observou-se a situação inversa, onde, em decorrência de maior incidência de chuvas a implementação de programas sociais de assistência aos mais necessitados. Diante deste contexto testemunhou-se a recomposição de parte da cobertura vegetal aos níveis de 1987.



**Figura 9-** Índice de vegetação para São João do Cariri – PB, em 09 de maio de 1987

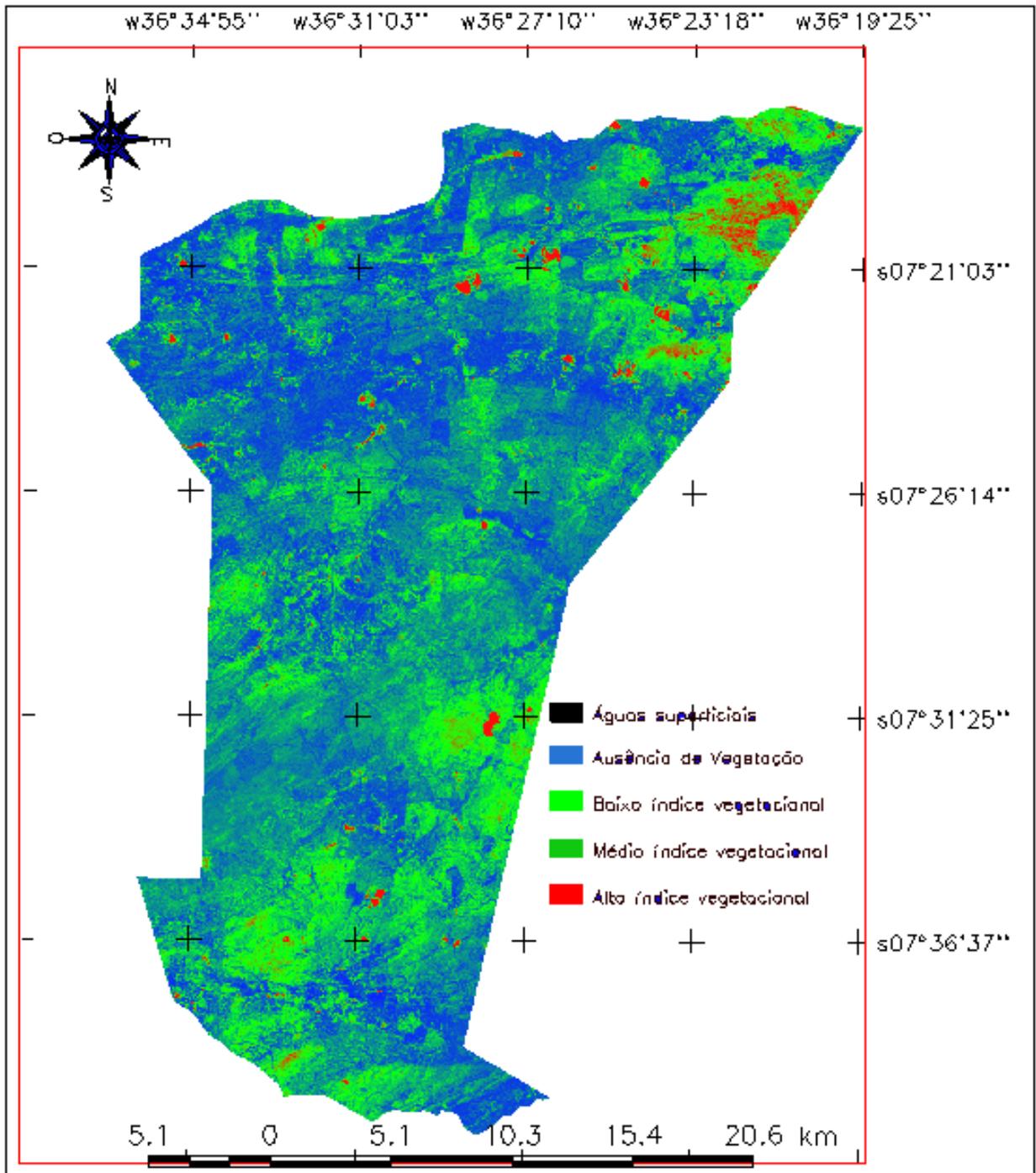
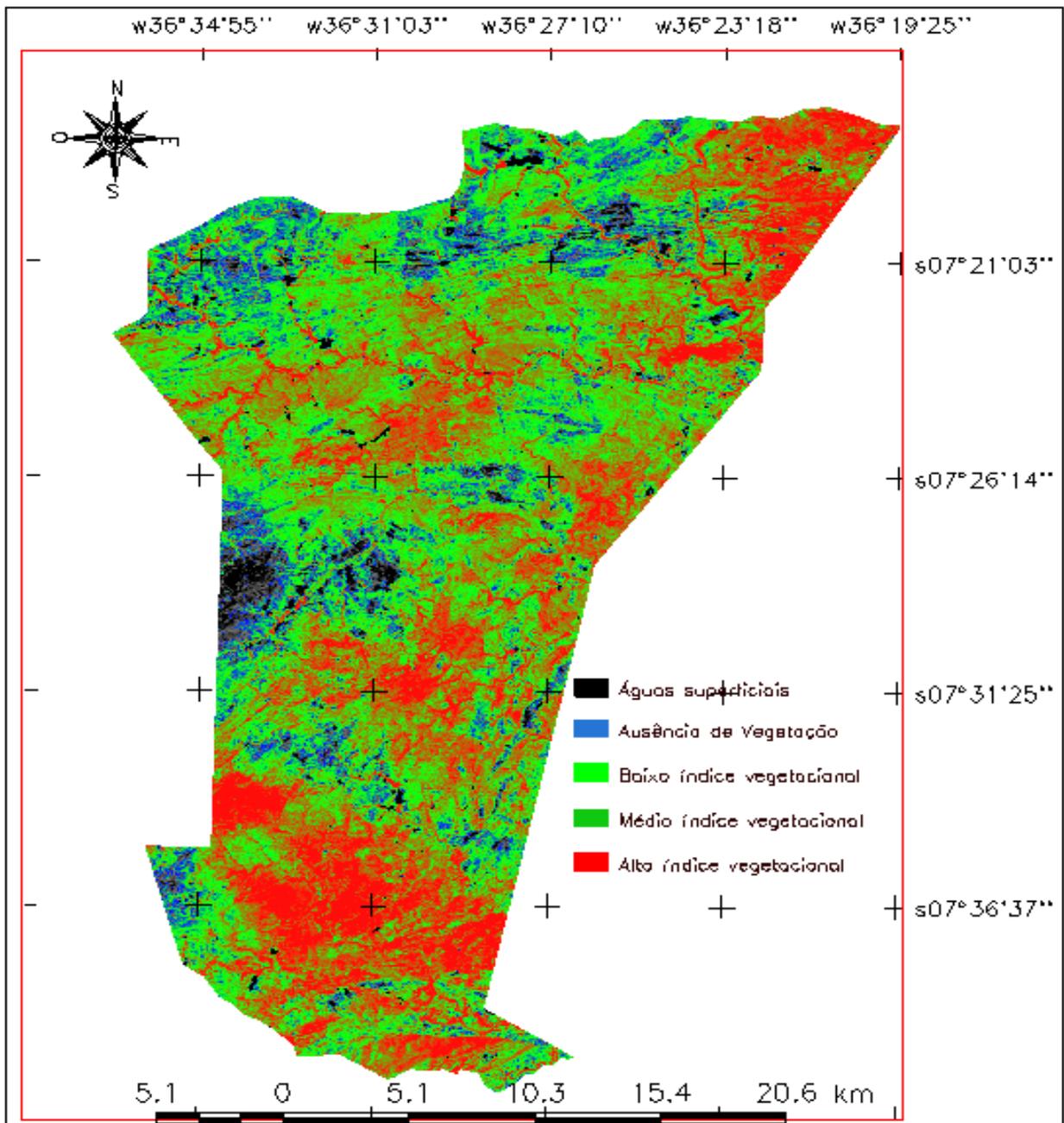


Figura 10 – Índice de vegetação para São João do Cariri – PB, em 25 de julho de 1996



**Figura 11** - Índice de vegetação para São João do Cariri – PB, em 04 de junho de 2007

### 6.1.3 Composição Multiespectral Ajustada

Tendo em vista a diversidade da cobertura vegetal do município em análise, composta por diversas geofáceis morfológicas, decorrente principalmente das condições climáticas ali presentes a fisionomia da paisagem da área se modifica ao longo do ano.

Este aspecto evidencia uma característica própria da caatinga, ou seja, aquela de mudar a fisionomia cinza do período de latência para um verde exuberante na época das chuvas; assim, na interpretação das composições multiespectrais ajustadas, oriundas do tratamento digital de imagens, levou-se em consideração o período em que a imagem foi obtida.

No caso específico do objetivo deste estudo, de buscar acompanhar a evolução no processo de redução ou recuperação da cobertura vegetal, a utilização de imagens do período seco não forneceria qualquer resultado para efeito de comparação, motivo pelo qual as datas de passagens estão todas dentro do período chuvoso ou imediatamente após.

A dinâmica espaço-temporal da redução ou recuperação da cobertura vegetal das terras do município de São João do Cariri foi analisada, também, por meio dos índices de vegetação das composições multiespectrais ajustadas para os anos de 1987, 1996 e 2007 (Figura 12, A B e C), cujos parâmetros utilizados se encontram na Tabela 6.

**Tabela 6** - Parâmetros utilizados na composição multiespectral ajustada

TM/Landsat – 5			CCD/CBERS - 2		
Banda 3	INDV	Banda 1	Banda 3	NDVI	Banda 2
Red	Green	Blue	Red	Green	Blue

Pode-se notar que as áreas com baixos índices de vegetação, ou seja, com solo exposto e vegetação rala, foram identificadas pela tonalidade esverdeada e/ou magenta; já as áreas onde predomina a vegetação mais exuberante (maior nível de densidade vegetal) existe a presença de tons verde-escuros, enquanto que as tonalidades mais claras definem as regiões onde a vegetação se encontra menos conservada e com algum estresse hídrico e, por fim, as áreas em ciano, mais claras, representam degradações em níveis mais graves e/ou com déficit hídrico.

Partindo-se deste padrão de comparações entre composições multiespectrais adquiridas em anos diferentes, ainda que na mesma época, foi possível identificar a evolução do comportamento da cobertura vegetal. Os resultados indicaram uma evolução do processo de perda da vegetação nativa em diversos pontos do município, principalmente nas áreas próximas ao rio Taperoá e a seus principais tributários, devido à maior concentração populacional e por abrigar a maioria das atividades produtivas (antropização).

Por sua vez, as áreas localizadas, principalmente nas terras que se encontram sob o regime de grandes propriedades, ou sem nenhuma função produtiva, registraram uma considerável recuperação, principalmente no centro-sul e nordeste do município, como ser observado na Figura 12 C.

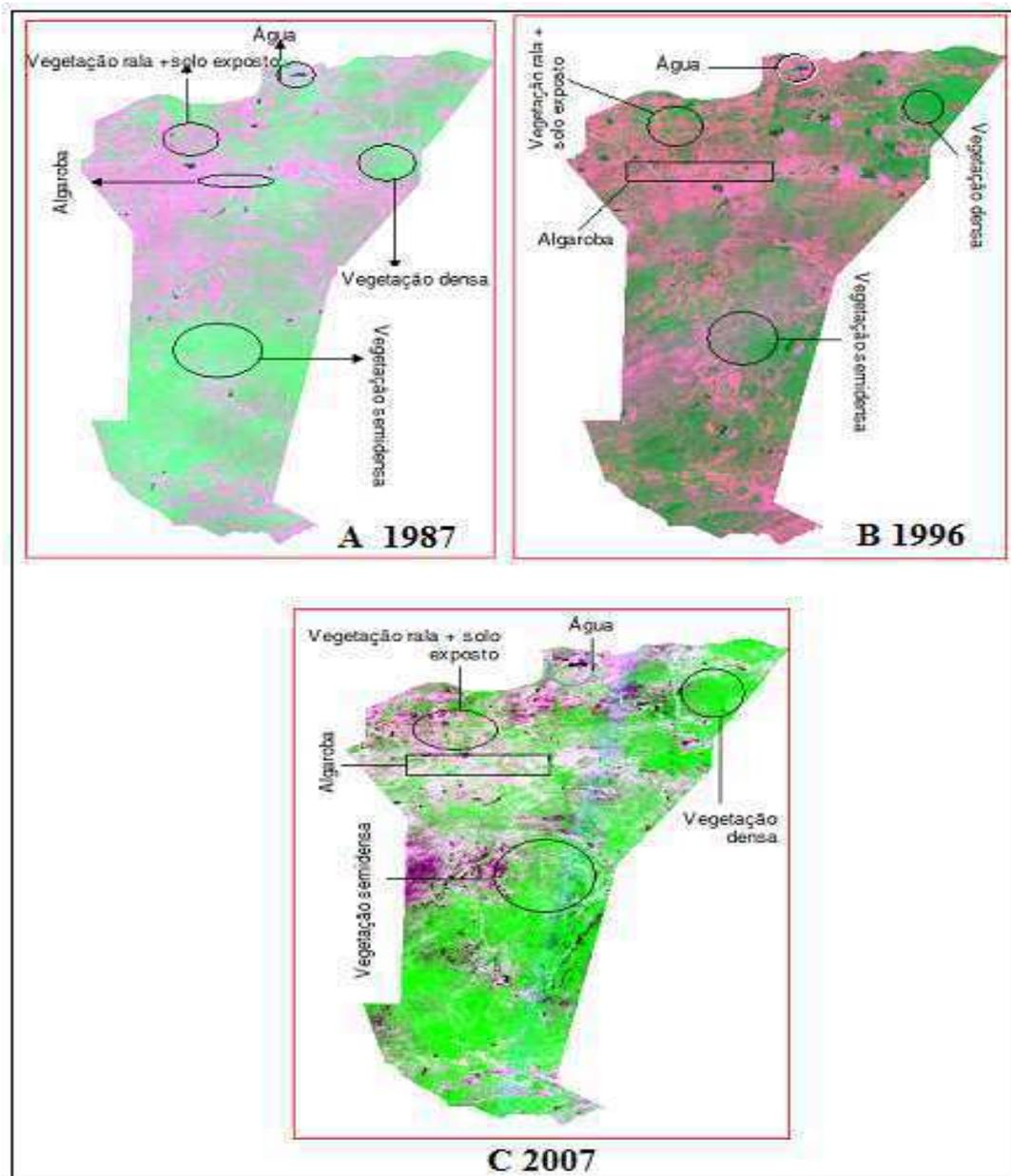


Figura 12 – Composições multiespectrais ajustadas para análise das classes de vegetação de São João do Cariri

A infestação de algaroba nas áreas de plantio já foi objeto de estudo por parte de alguns pesquisadores como Andrade (2005), Andrade et al. (2005) e Vilar (2006), dentre outros, os quais afirmam que a espécie traz prejuízos, tanto econômicos quanto biológicos, devido ao modo como a mesma se prolifera no ambiente, fato que, como já prenunciado, prejudica a flora nativa.

Na atualidade, a espécie exótica ocupa as áreas de solos úmidos, povoando espaços que anteriormente serviam de roçados (Figura 13), além de fazer o papel de mata ciliar sem, no entanto, possuir atributos para tal função. Apesar de os agricultores reconhecerem-na como uma extraordinária forrageira, concordam também que a espécie necessita de melhor manejo e, para que isso ocorra, deveria existir um maior conhecimento e recursos financeiros que permitissem executar tamanha empreitada.



**Figura 13** – Plantio de milho comprimido entre as Algarobas e uma visão geral das margens do Taperoá. Sitio Riacho Fundo (Lat. 7° 24' 25" S e Long. 36° 24' 47" W).  
Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago/2008)

Quanto à dinâmica vegetacional, se pode afirmar pela análise em curso que o município dispõe de uma razoável extensão de solos desnudos, fato este que acarreta uma série de conseqüências ambientais, econômicas e sociais. Além disso, esse conjunto de práticas alimenta a tão mencionada desertificação, que, na atualidade, põe em cheque parcela importante das terras do município.

Outro fator de extrema gravidade é a perda de solo que, não bastassem os prejuízos acarretados ao setor agrícola, com a redução das áreas agrícolas, ainda causa impactos aos corpos e cursos d'água, através do processo de assoreamento.

Este processo de perda da vegetação é mais evidente entre os anos de 1987 e 1996, época em que, provavelmente, a diminuição da quantidade de chuva, ocorrida neste período de tempo, contribuiu para o agravamento da situação.

Some-se a isto a drástica redução das condições de vida da população que usa mais intensamente os recursos florestais em época de crise, tanto para conseguir recursos econômicos, como também para a alimentação dos rebanhos, através da queimada das cactáceas espinhentas. Este fato, além de poder ser comprovado pelo registro da pluviosidade do período citado, foi ratificado pelo trabalho de campo.

Por ocasião de uma visita à Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, Santa Clara, localizada no município, se pôde constatar tal realidade, a partir do relato do proprietário Sr. Eliezer Braz, o qual disse:

Ao ver-se toda esta exuberância da vegetação, resultante de muito cuidado com a preservação, não se imagina que, nos últimos anos da década de 1990, boa parte das espécies morrem devido às constantes secas ocorridas entre os anos de 1992 e 1997. Aqui, escapou pouca coisa; o marmeleiro morreu quase todo. Até os cactos quase foram extintos com a secura daqueles anos (Eliezer Braz, 56 anos, professor universitário aposentado).

Nesta área de proteção ambiental de aproximadamente 700 ha, considerado um santuário de espécie da Caatinga, existem ainda muitos espécimes como Baraúna (*Schinopisis brasiliensis*) e Aroeira (*Myracrodium urundeuva*) (Figura 14), raros atualmente em grande parte das áreas antropizadas.

Todavia, segundo o resultado fornecido pela análise da composição multiespectral ajustada para o ano de 2007 (Figura 12C), pode-se constatar uma sensível recuperação das áreas cobertas com vegetação densa, fato que sinaliza uma substancial melhora no total de áreas verde no município, demonstrando que a abundância de chuvas pode, a despeito de todas as pressões sobre os recursos vegetacionais, recompor-se num curto espaço de tempo.



**Figura 14** – Vegetação preservada da RPPN – Santa Clara. (Lat.7° 19' 79" S - Long.36° 23' 10" W)  
Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago/2008)

## 6.2 MAPAS DIGITAIS DAS CLASSES DE COBERTURA VEGETAL

O território do município de São João do Cariri, no que diz respeito à utilização dos recursos naturais, não difere muito de outras áreas do Semi-árido. No entanto, ali, por se tratar do primeiro núcleo de povoação implantado, seus pioneiros iniciaram a degradação dos recursos naturais, primeiramente. Este fato ocorreu desde meados do século XVII, através de uma aristocracia rural que alcançou o início do século XX, com prestígio e poderio econômico.

Além disso, as atividades desenvolvidas na área, centradas na pecuária extensiva e na agricultura, em moldes pouco conservacionistas, decretaram a estas terras impactos significativos aos recursos edáficos, hídricos e florestais.

Entre as primeiras décadas do século recém-terminado e seu ocaso, outra modalidade produtiva – o Algodão – ajudou intensamente a acentuar este quadro de degradação apresentado agora no município em análise.

Assim, com o predomínio do binômio pecuária-algodão, o sistema produtivo se desenvolveu articulado dentro de uma determinada unidade produtora, onde os plantios de algodão, após a colheita, eram usados como área de pastagem para os rebanhos. Então, duas atividades ocuparam o mesmo espaço, porém em épocas diferentes do ano, e o uso das terras, sem nenhum descanso para reposição dos nutrientes dos solos, inviabilizou a recomposição da cobertura vegetal, sobretudo nas margens dos rios, erradicando por completo as matas ciliares e dando lugar a espécies forrageiras exóticas, como mostra a Figura 15.

Este processo pode ser observado nas informações contidas no processamento das imagens, tanto nos NDVIs, como nas composições multiespectrais ajustadas sobre a dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal das terras do município São João do Cariri, a qual foi realmente confirmada, mediante a análise quantitativa dos mapas temáticos obtidos na classificação não supervisionada do SPRING, pelo classificador Bhattacharyya.



**Figura 15** – Ocupação das áreas de matas ciliares pela Algaroba as margens dos rios,  
Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago./2008)

Nas Figuras 16, 17 e 18 estão retratadas as classes da cobertura vegetal, bem como a estrutura dos recursos hídricos de superfície do município de São João do Cariri referentes aos anos de 1987 e 1996 e 2007. A quantificação das classes foi obtida, através do processamento digital das imagens TM/ Landsat-5, órbita 215, ponto 65 de 09/05/1987 e 25/07/1996; CCD/CBERS-2 órbita 147, ponto 106, com data de passagem 04/05/2007.

A classificação dos padrões, cujos parâmetros se encontram na Tabela 7, seguiu às seguintes etapas: (i) segmentação (por extração de regiões), (ii) classificação não-supervisionada, (iii) mapeamento de classes temáticas e (iv) vetorização dos dados. Depois de quantificadas as áreas, os resultados foram exportados para o *Scarta*, possibilitando a editoração e confecção dos mapas digitais temáticos.

**Tabela 7** - Parâmetros utilizados para a classificação de padrões das imagens TM/Landsat e CCD/CBERS

<b>NDVI</b>	Ganho = 200	Offset = 100
<b>Segmentação</b>	Similaridade 15	Área pixel 20
<b>Classificação</b>	Classificador: Bhattacharrya	Limiar de aceitação = 99.9

Os resultados indicam que, nos primeiros dez anos do período estudado, ocorreu uma drástica redução nas classes de cobertura mais conservadas, vegetação densa e semidensa, as quais representavam 11,4 e 33% da área total do município em 1987, reduzindo-se para 6,2 e 26% respectivamente, em 1996; situação oposta a que ocorreu com as áreas correspondentes à classe, vegetação rala que media 30% e passou a representar 42%, enquanto a classe solo exposto se expandiu de 16,9% para 19,7%, permanecendo numa tendência crescente durante este período.

A classe representada pela Algaroba (*Prosopis juliflora*) também sofreu um decréscimo, de 8% para pouco mais de 6%, em virtude do incremento da demanda sobre o meio ambiente, anteriormente citado, decorrente do agravamento das condições socioeconômicas da população, ocasionado pela seca. Neste caso, a redução da cobertura dessa espécie, localizada às margens dos rios, deve ser encarada como um benefício, pois a Algaroba, classificada como uma espécie exótica, foi introduzida na área como uma tentativa de solução para o aumento da oferta de forragem, mas, como indicamos, tornou-se ao longo de quadro décadas um problema de difícil resolução no diz respeito ao manejo (VILAR, 2006).

De acordo com o que conseguiu apurar o trabalho de campo junto aos produtores da área, são muitos os problemas precipitados pela algaroba: (i) difícil controle da espécie nas manchas de solos aluviais, usualmente destinados ao plantio de subsistência das famílias; (ii) fácil disseminação por diversos vetores, o que lhe confere grande vantagem na disputa de espaço com a vegetação nativa; (iii) falta de conhecimento, de assistência técnica e financeira que auxilie no controle da espécie, dentre outros problemas.

Quanto aos impactos biológicos resultantes dessa infestação, Vilar (op. cit.) afirma, baseando-se no estudo do Banco de Semente do Solo, que as áreas infestadas pela *Prosopis juliflora* contam com bem menos riqueza florística que nas áreas livres da espécie.

Do ponto de vista dos aspectos positivos, a solução também passa pelo controle, pois, segundo relatos de produtores da área que procederam ao manejo, houve um aumento significativo da produtividade agrícola nas áreas manejadas, confirmando as afirmações de Ansley (1997), ao realizar experimentos em solos povoados com a espécie, no estado americano do Texas e confirmar a adição de nutrientes em solos degradados.

Ainda sobre as qualidades da espécie, Ribaski (2003) afirma que a *P. juliflora*, em particular, é considerada como benéfica para reestabelecer a fertilidade do solo sódico e degradado, constituindo-se numa excelente colonizadora de ambientes.

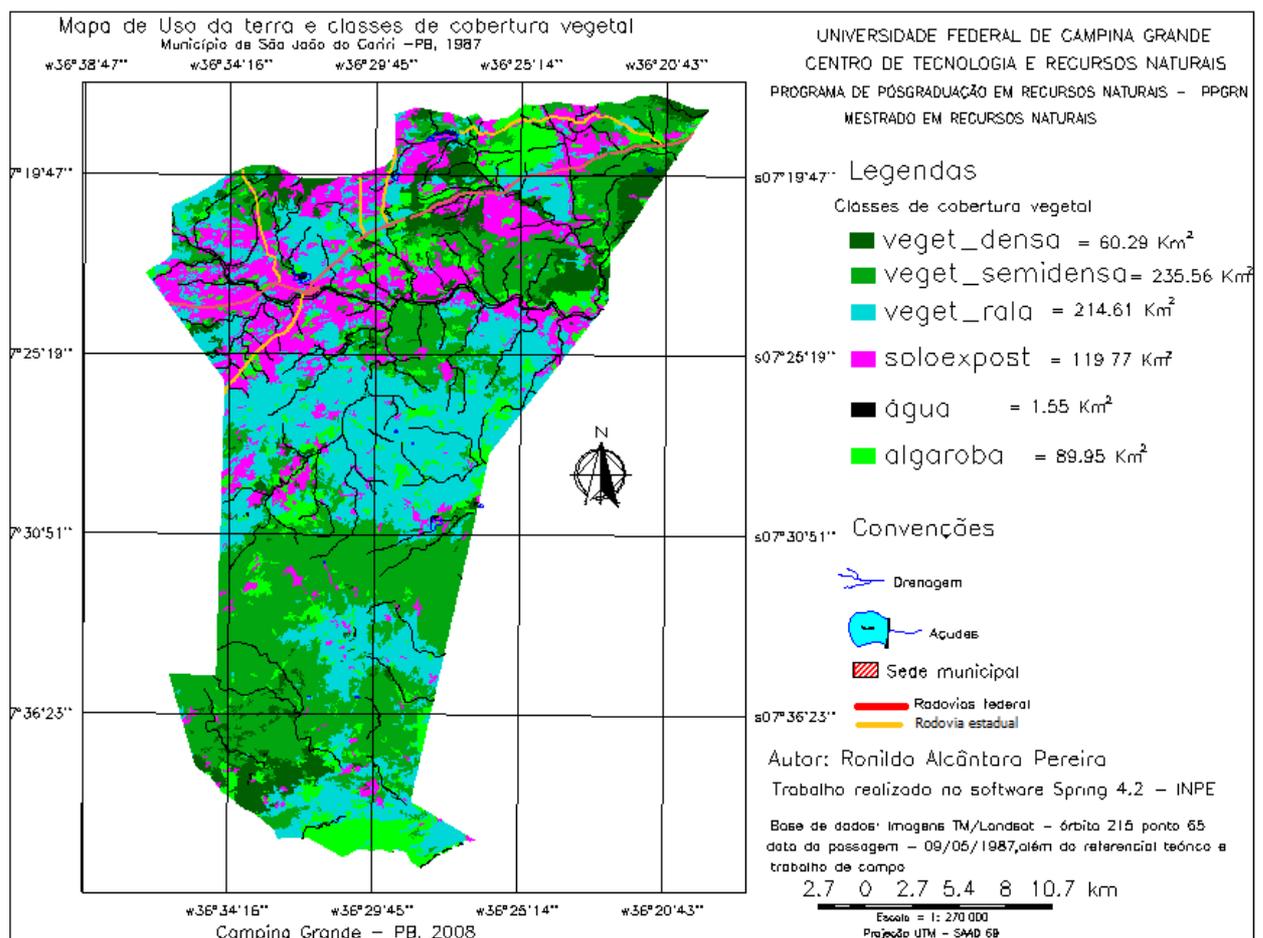


Figura 16 – Classes da cobertura vegetal do ano de 1987 - São João do Cariri – PB

Numa análise mais setorizada dos mapas, pode-se observar que as áreas próximas aos rios, apresentadas em margenta, se mostram mais degradadas, em todo o espaço temporal em função da concentração das atividades produtivas. Nas áreas centro-sul do município, apresentadas em ciano, há uma forte predominância da cobertura vegetal rasteira.

Nestes setores, a vegetação foi retirada intensamente, o que propiciou o crescimento desordenado de espécies de pequeno porte além da formação de áreas de pastoreio.

Esse processo pode ser creditado a alguns aspectos bem peculiares dos municípios do Semi-árido, quais sejam: (i) ausência de políticas assistenciais às populações ali radicadas, cerceando qualquer alternativa de sobrevivência que não seja a degradação em busca do sustento, (ii) práticas arcaicas de formação de pastagem para exploração da pecuária, (iii) expansão dos rebanhos, que comumente excedem a capacidade de suporte do estabelecimento rural e é prática comum na maior parte do município, impactando ainda mais as propriedades do solo e a cobertura vegetal.

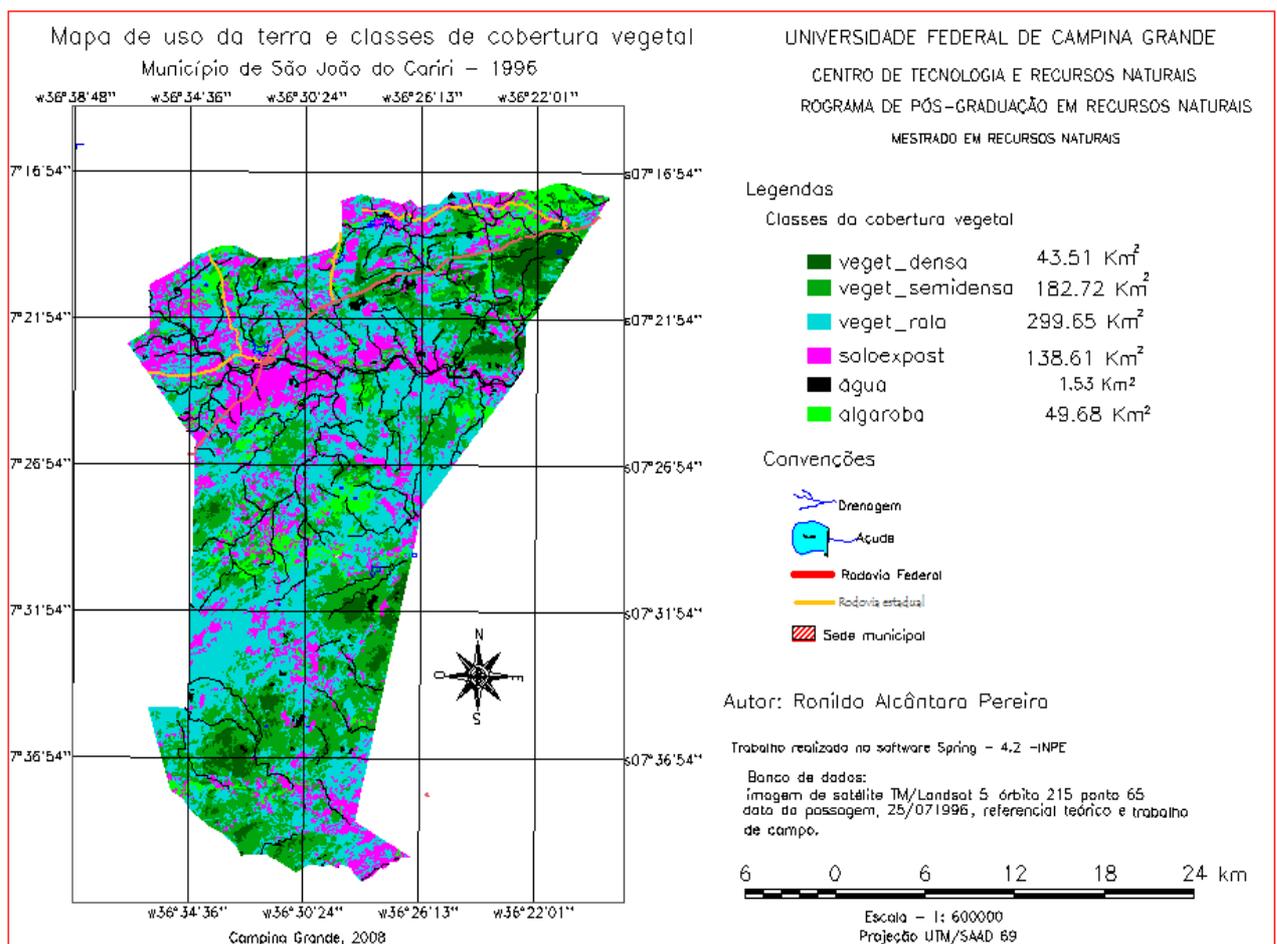


Figura 17 – Classes da cobertura vegetal do ano de 1996 – São João do Cariri – PB

De modo geral, se pode dizer que o município apresentou um índice de redução da vegetação em níveis preocupantes, pois este comportamento propicia o aparecimento de manchas de solo exposto que se mostraram presentes em grande parte da superfície do município. Além disso, estas práticas continuam sendo usadas pelos pecuaristas, sobretudo por aqueles que fazem uso do caprino, haja vista ser esta espécie a de maior potencial para o município, por oferecer maior adaptabilidade às condições ambientais; contudo, deve-se adotar cautela em relação a esta atividade

produtiva, pois a espécie caprina inclui em sua dieta quase tudo que a caatinga oferece, até mesmo a folhagem seca casca das árvores, matéria orgânica que poderia ser incorporada ao solo, melhorando a taxa de fertilidade e proporcionando a recuperação da vegetação, em longo prazo.

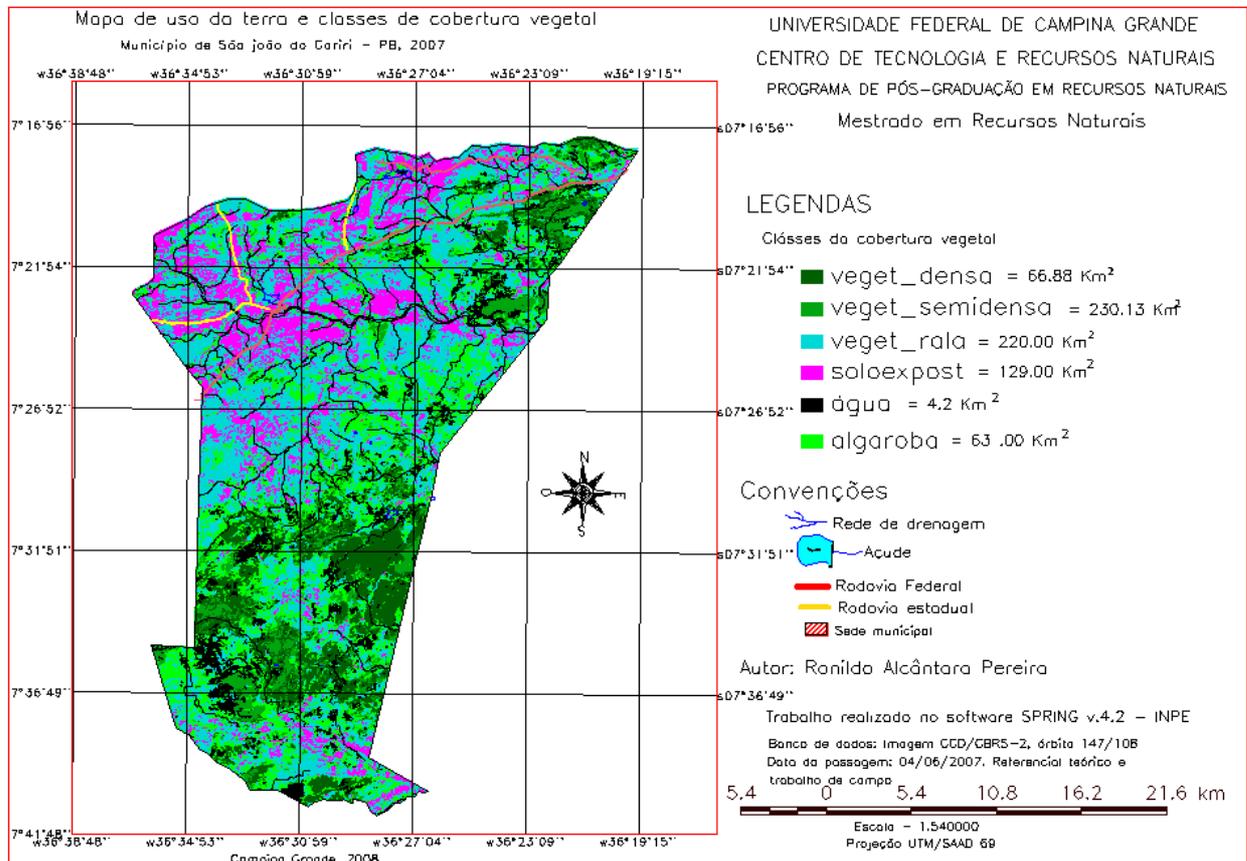


Figura 18 - Classes da cobertura vegetal do ano de 2007 – São João do Cariri - PB

Entre os anos de 1996 e 2007, a dinâmica da vegetação se comportou de modo um pouco diferente da década anterior, isto é, observou-se uma melhora nos índices de cobertura vegetal.

Nesse sentido, a classe *vegetação densa* mostrou uma recuperação de 4% para 9,5%, aproximando-se dos índices observados em 1987. Com relação à classe *vegetação semidensa*, esta se manteve praticamente estável, com uma pequena evolução, de 27% para 32%, índice que ocorria no final da década de 1980.

No que concerne às classes *vegetação rala e solo exposto*, observou-se, na primeira, uma pequena recuperação neste período, pois decresceu de 49% em 1996 para 31% em 2007.

Por sua vez, as áreas de solo exposto, em razão das ações praticadas, no que tange às práticas produtivas, se ampliaram, saindo patamar de 13% em 1996, para pouco mais de 18%, em 2007. O que se pode concluir, a partir do comparativo do conteúdo das diferentes imagens analisadas, é que se reforçam as evidências do avanço da destruição da cobertura vegetal, pois as classes, *densa* e

*semidensa* foram reduzidas na mesma proporção em que as classes *rala* e o *solo exposto* cresceram ao longo do período estudado.

Parte da retirada da cobertura vegetal, que vigorou até o início deste novo século, se deveu ao sistema adotado desde a colonização, baseado na exploração dos recursos naturais (em particular das matas), que foram destruídas anualmente, inicialmente para a formação de pastagens e retirada da madeira destinada à construção, e, posteriormente, para o plantio de algodão, atividade predominante na área até o advento do Bicuto (*Anthonomus grandis*), no início dos anos oitenta. Outra parte é consequência da crise enfrentada pelos municípios localizados na mancha semi-árida, em períodos de estiagens, e da falta de renda provenientes das lavouras, atividade que hoje praticamente não se explora.

Na atualidade, em consequência da política previdenciária e de alguns programas sociais da União, os desmatamentos para venda de lenha e fabricação de carvão, que antes eram as únicas alternativas de sobrevivência, vêm sendo deixados de lado por uma parcela considerável da população rural. Contudo, em que pese a redução da pressão sobre os recursos naturais na área, o efeito do antropismo estabelecido há séculos deixou como herança, aspectos contrastantes na paisagem, como demonstrado na Figura 19 (A e B).



**Figura 19** – Contraste na paisagem da Caatinga entre áreas preservadas e degradadas na mesma época do ano.  
Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago/2008)

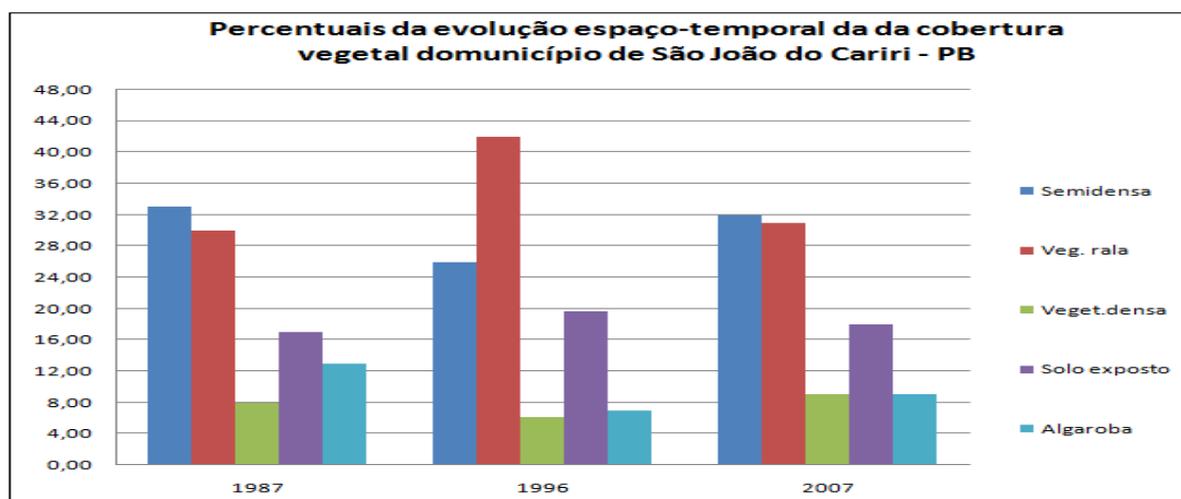
O resultado da evolução do uso da cobertura vegetal do município de São João do Cariri, contido na Tabela 8 e ilustrado pelo da Figura 20, demonstra o desequilíbrio na exploração de todos os recursos no âmbito do município. Tal inconstância é marcada pelos efeitos danosos ao meio ambiente e, por extensão, pela má qualidade de vida da população, sobretudo aquela menos afortunada, que sobrevive com poucos recursos financeiros, pouca terra e nenhuma assistência institucional que possibilite uma melhor convivência com as condições de semi-aridez, o que a força a se adaptar, haja vista a falta de alternativas.

Não obstante a aplicação de políticas sociais que, emergencialmente, socorrem uma leva de desassistidos, principalmente no setor rural, é incontestável a ausência institucional em termos de assistência técnica.

Prova disto é a questão da falta de produtividade, ocasionada pela ausência de ações voltadas para o acompanhamento dos produtores ou ainda, a falta de crédito para financiar o custeio da propriedade, como poderá ser visto nas prioridades, apresentado na seqüência deste trabalho.

**Tabela 8** – Percentual das classes de cobertura vegetal do Município de São João do Cariri nos últimos vinte anos

Anos \ Classes	Vegetação densa	Vegetação semidensa	Vegetação rala	Solo exposto	Algaroba*	Água**
1987	8,0%	33,0%	30,0%	17,0%	13,0%	0,2%
1996	6,2%	26,0%	42,0%	19,7%	7,0%	0,2%
2007	9,0%	32,0%	31,0%	18,0%	9,0%	0,6%



**Figura 20** – Percentuais da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal  
Fonte: Processamento digital de imagens de satélite, TM/Landsat e CCD/CBERS

\*As questões que envolvem o aumento das áreas ocupadas pela Algaroba, ao contrário do que ocorre com o acréscimo da vegetação nativa, antes ser uma vantagem, representa um aspecto negativo, haja vista os prejuízos causados a flora nativa, bem como a produtividade agrícola, como afirma a grande maioria dos produtores da área.

\*\*A água não pode ser classificada como uma classe de cobertura do solo, mas representa a estrutura necessária ao desenvolvimento de todas as atividades humanas, que no caso específico desta área, se mostra deficitária.

Analisando-se o comportamento do conteúdo da Figura 20, pode-se perceber que na primeira década, correspondente ao espaço temporal deste estudo, a vegetação mais preservada se reduziu ainda mais, chegando a níveis de exaustão.

Contudo, de acordo com o que já foi mencionado, este tipo de cobertura vegetal se recompôs ao longo da segunda década, atingindo, na atualidade, segundo a análise das imagens, níveis iguais ao que ocorria há vinte anos antes.

No que se refere às classes de vegetação rala e solo exposto, estes, apesar de na década de 1990 terem se expandido consideravelmente, mostram uma tendência à estabilidade, embora ainda em níveis inexpressivos.

Já a classe de cobertura vegetal constituída pela Algaroba, embora tenha sofrido algum controle por parte daqueles produtores com maior nível de esclarecimento e poder aquisitivo, continua ocupando a mesma extensão territorial desde os anos oitenta, com pequenas variações, para mais ou para menos. Todavia, existe um aspecto que deve ser ressaltado que é a redução destas áreas localizadas às margens dos rios, por meio da erosão provocada por intensas enxurradas e facilitadas pela ausência de matas ciliares (Figura 21).

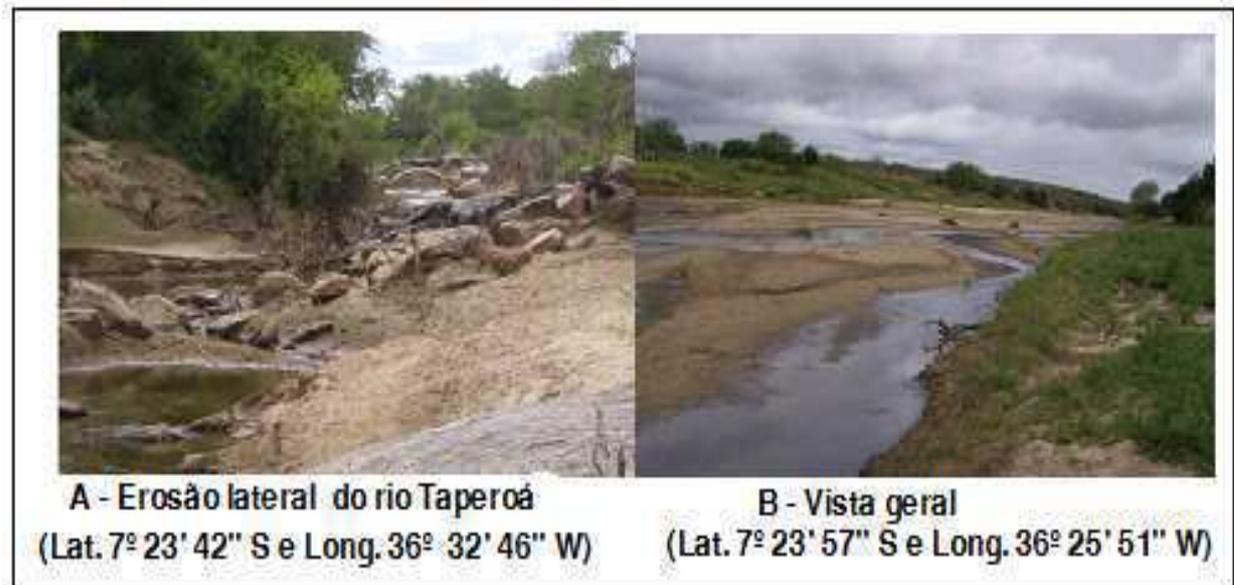
O problema da ausência de matas ciliares ao logo dos rios, na área de estudo, traduz de forma inequívoca dois conflitos de efetiva relevância. O primeiro, de cunho ambiental, haja vista a precariedade da espécie na proteção a cobertura do solo. O segundo, de caráter legal, pois, fere frontalmente o que determina a legislação pertinente, de vez que não se insere nos parâmetros determinados pelo Código Florestal Brasileiro, Artigo 2º, que considera como Área de Preservação Permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

- 1) de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
- 2) de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- 3) de 100 metros para os cursos d'água que tenham 50 metros a 200 metros;
- 4) de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros;
- 5) de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros;

Diante do que exige a citada lei e uma farta legislação infraconstitucional, o que este estudo pode testemunhar foi que, não se cumpre as determinações legais, nem existe qualquer programa que esclareça os produtores rurais a respeito da importância dessa vegetação para a manutenção da boa qualidade da água e a proteção aos solos, evitando processos deteriorantes como assoreamento dos cursos e corpos d'água.

Para se ter uma idéia a respeito do efeito da erosão lateral do rio Taperoá, no município de São João do Cariri, a largura de sua calha mede hoje, aproximadamente, cem metros de extensão,

enquanto que, há vinte anos, no mesmo trecho não passava de setenta metros. Logo, percebe-se que a algaroba, mesmo não tendo expandido sua área de cobertura, teve suas áreas agrícolas reduzidas substancialmente.



**Figura 21** – Efeito da erosão lateral provocada por enxurradas  
Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago/2008)

De acordo com o que este estudo de campo constatou, existem variadas opiniões a respeito dos benefícios e malefícios relacionadas à população de Algaroba nas áreas de plantio. Contudo, em um ponto existe consenso: a necessidade premente de se manejar a espécie, partindo de algum conhecimento, a fim de que se possa aproveitar seu potencial.

Em relação às áreas ocupadas com água de superfície, os resultados falam por si só. Para uma localidade que prioriza a pecuária como atividade principal, chega a ser contraditória uma estrutura hídrica que dê suporte à dessedentação dos rebanhos. Isso ratifica a importância dos rios do município, com destaque para o Taperoá, em termos de disponibilidade de água e, ao mesmo tempo, esclarece porque a grande maioria das propriedades se origina nas margens dos rios.

### 6.3 MAPAS DOS NÍVEIS DE VULNERABILIDADE DA COBERTURA VEGETAL

A redução dos níveis de cobertura vegetal propicia uma série de efeitos ao meio ambiente, sendo a desertificação um deles e que, há algum tempo, vem se revestindo de grande interesse em estudos relacionados a questões ambientais, uma vez que se configurou como um dos problemas mais sérios das regiões áridas e semi-áridas do mundo.

O fenômeno começou a despertar a atenção dos estudiosos, quando intensos processos de degradação ocorreram em algumas áreas de clima seco nos Estados Unidos da América; a erosão destruiu os solos de grande parte dessas áreas, que já eram conhecidas como *dust bowls* (bacias de poeira). O tema, após a conferência de Nairóbi, no Quênia, ganhou uma abrangência mundial, passando a compor, a partir da **Rio 92**, um capítulo específico da Agenda 21 Global. Além disso, constituiu-se em uma Convenção própria, denominada “Combate à Desertificação e aos Efeitos da Seca” em países em desenvolvimento (UNCCD), que avançou ao reconhecer que a desertificação tem sua origem em complexas interações de fatores físicos, biológicos, políticos, sociais, culturais e econômicos, e ao romper com as interpretações de origem climatológica ou de fundo puramente tecnológico.

No Brasil, o processo de desertificação afeta fortemente a porção semi-árida e sub-úmida seca do país. Além disso, as ameaças que compõem esse quadro também possuem origens diferenciadas, indo desde a ocorrência de uma seca, até, e de maneira mais permanente, todo o processo de organização socioeconômica de uso dos recursos naturais.

De acordo com a Agenda 21 e a Convenção de Combate à Desertificação e aos Efeitos da Seca, órgão das Nações Unidas, a degradação da terra nos domínios de regiões áridas, são resultantes de vários fatores, entre os quais, variações climáticas e as atividades humanas. Neste caso, a degradação da terra se configura pela deterioração dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e a redução da qualidade de vida das populações afetadas (BRASIL, 1996).

Isso explica os desequilíbrios provocados ao longo de mais de dois séculos, pela ocupação humana e econômica nos espaços semi-áridos do Nordeste Brasileiro, estruturado que foi, em torno do complexo de atividades da pecuária/algodão, extremamente impactante. Nas áreas mais críticas socialmente, tais atividades foram complementadas pela exploração de recursos florestais, sobretudo em períodos de estiagens importantes.

Com isso, grandes áreas desnudas foram sendo exposto à energia cinética da chuva, ocasionando a perda de solo por erosão laminar, com conseqüências danosas à economia, e aos recursos hídricos, pelo processo de assoreamento. O município aqui analisado apresentou, segundo critérios<sup>3</sup> da UNCCD, níveis de degradação que variaram de muito baixo a muito grave, prevalecendo o nível mais grave na maior parcela ao longo do rio Taperoá e área noroeste do município, devido ao alto grau de antropização.

---

<sup>3</sup> De acordo com o que determina a UNCCD, a classificação dos níveis de degradação da cobertura vegetal decretam o grau de vulnerabilidade variam de muito baixa (vegetação densa) até muito grave (solo exposto).

O nível mais baixo, por sua vez, ocorreu a leste, próximo à serra do Caroá e RPPN Santa Clara, bem como na parte centro-sul do município, setores predominantemente constituídos por grandes propriedades, cuja atividade predominante é a pecuária.

Os resultados apresentados nas Figuras 22, 23 e 24 foram obtidos por meio do processamento das imagens CCD/CBERS e TM/Landsat, pelo procedimento de classificação por segmentação, realizado no software SPRING versão 4.2 (classificador Bhattacharrya), e pela fotointerpretação, tendo como suporte as informações oferecidas pelo trabalho de campo.

Analisando-se os dados relativos à primeira década de abrangência deste estudo, pôde-se perceber que, de modo geral, ocorreu uma forte redução nos percentuais relativos à vegetação mais preservada, o que significa a maior deterioração da já sofrível quantidade de mata no município. Da mesma forma, as áreas de solo exposto e vegetação arbustiva tenderam a se expandir na mesma proporção.

Este quadro de degradação encontra explicação, tanto nas condições climáticas, quanto nas práticas seculares, sem que haja preocupações com a preservação. No que concerne ao quadro climático, apesar de haver uma forte adaptabilidade a tais condições, a ausência de chuva precipita uma série de ações degradantes, pois a demanda ao meio ambiente tende a se intensificar, sob as mais diversas formas de exploração.

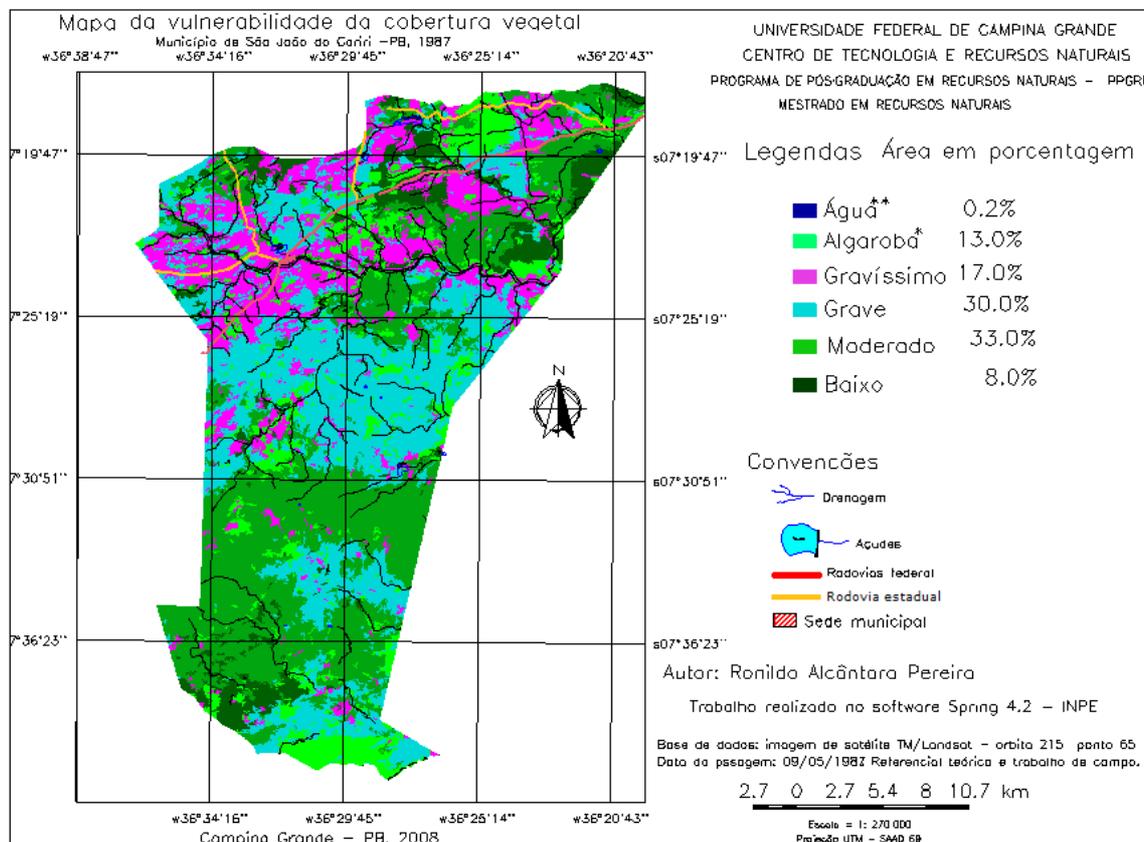


Figura 22 – Porcentagens da vulnerabilidade das classes de cobertura vegetal – 1987

A questão de manter um rebanho em época de estiagem, por exemplo, é extremamente penoso, tanto para os animais, pela falta de forragem, quanto para o proprietário que necessita salvar seu efetivo, para não citar os prejuízos ambientais. Para tanto, o produtor tem de buscar na Caatinga as mais diversas formas de alimento para os animais, inclusive queimando cactos, os quais servem não apenas de alimento, como também de dessedentização, haja vista a escassez de água. Este tipo de atividade tem um poder destrutivo notável, pois os cactos, como toda a vegetação da área, têm seu desenvolvimento bastante lento, devido às constantes secas, o que acaba por refletir negativamente nos índices de cobertura vegetal.

Além do mais, a proximidade com os grandes centros, como Campina Grande, aumenta a procura por biomassa, para queima em fornos de padarias, indústrias e outro segmentos da produção, e/ou serve de atrativo para os menos aquinhoados buscarem renda para sobreviver. Assim, não obstante existirem dois tipos de ambiente distintos, decorrentes das condições naturais, mas também socioeconômica: de um lado, grandes proprietários estabelecidos em áreas onde ainda existem vestígios de vegetação densa e, de outro, uma larga faixa da população que, ou não dispõe de terras para sobreviver, tendo ainda que dividi-la entre seus familiares. O certo é que ambos degradam da mesma forma, sobretudo em períodos estios, pelas razões aqui já citadas.

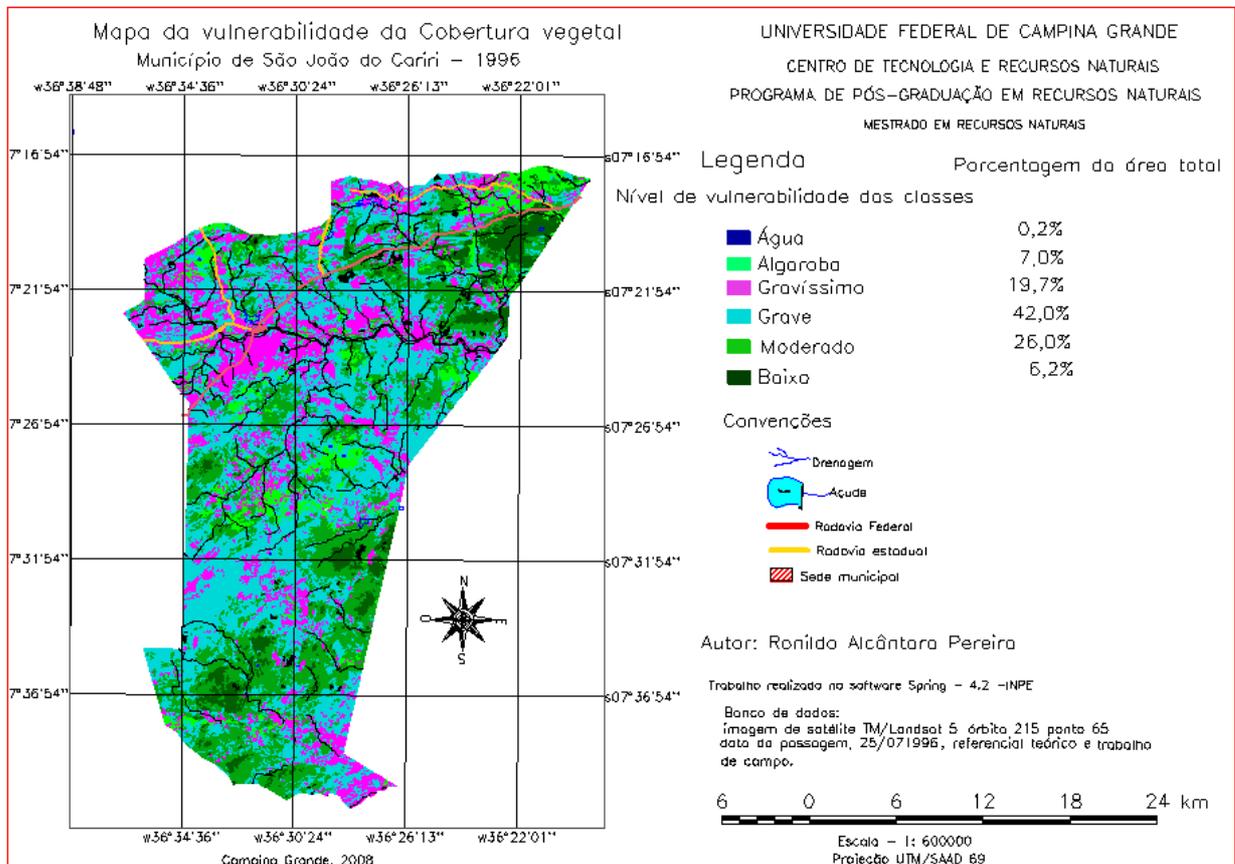


Figura 23 – Porcentagens da vulnerabilidade das classes de cobertura vegetal – 1996

Em diversos setores do município, já existem indícios de processo acentuado de desertificação, pois as erosões nas formas laminar, de sulcos e voçorocas se mostram presentes, principalmente nas áreas de atividade produtiva mais intensa. O aumento destas áreas degradadas se deve em muito ao aumento do uso do solo na agricultura, das atividades de extração madeireira para as olarias e, principalmente, a pecuária ultra-extensiva, que tem causado o comprometimento do equilíbrio do ambiente pela ação do pisoteio animal, expondo o solo a ação das chuvas.

Essas práticas, em particular a última, compactam os solos e, nas estradas vicinais e carroçais, são bastante evidentes as erosões em estágio avançado. Ainda em decorrência destes impactos, na maior parte do território municipal, pode ser constatado o acúmulo de água na superfície do solo *Luvissole vértico*, que é naturalmente mal drenado (pouco permeável) e, pelo fato de ter o horizonte superficial já comprometido, dificulta ainda mais a infiltração.

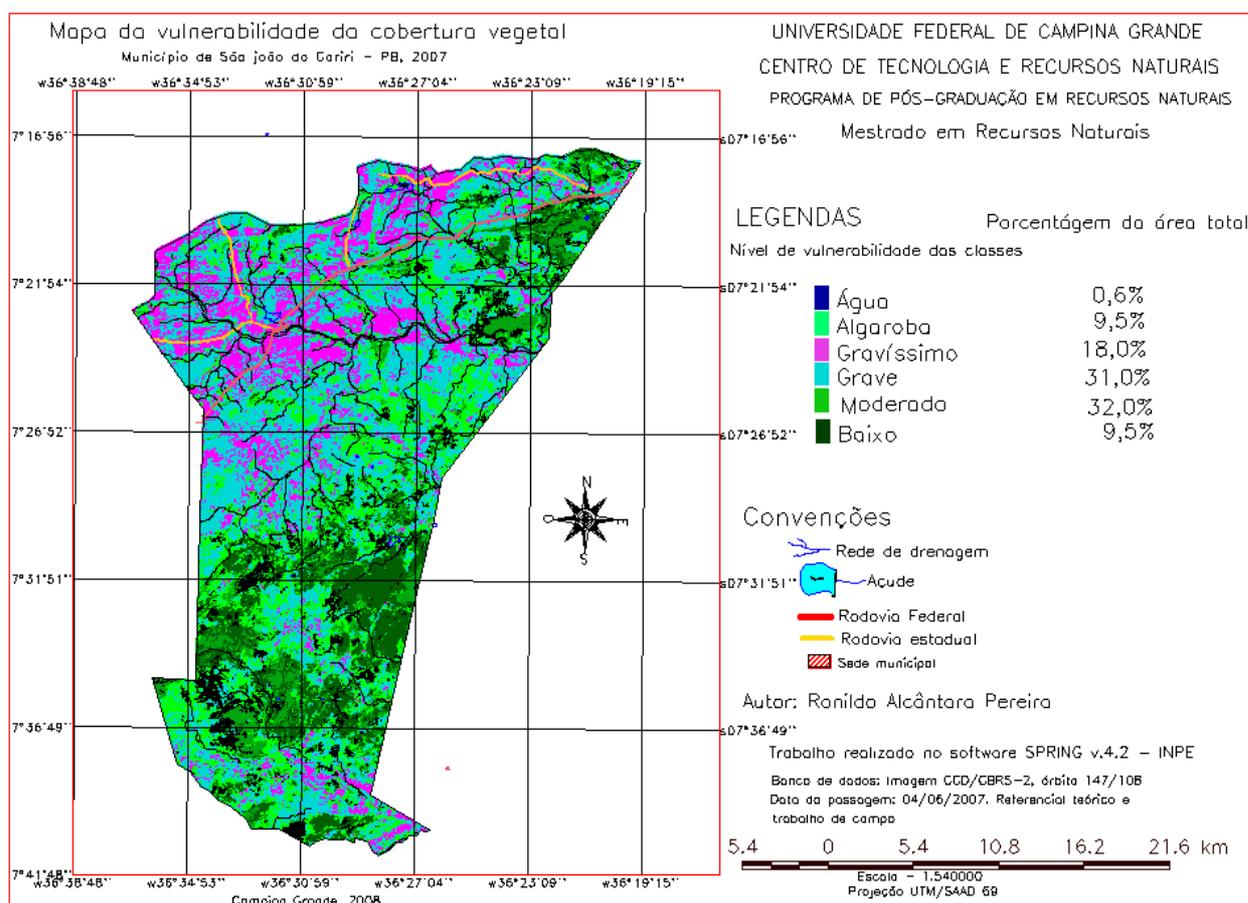
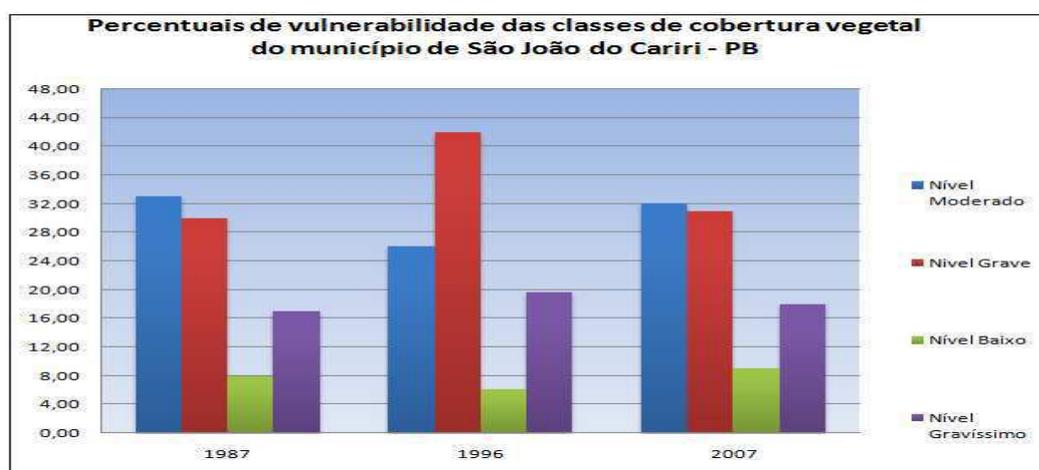


Figura 24 – Porcentagens da vulnerabilidade das classes de cobertura vegetal – 2007

Todavia, na última década, de acordo com o que se constata nos percentuais apresentados no mapa da Figura 24 e, complementados pelos dados da Figura 25, surge uma tendência à recuperação da cobertura vegetal de algumas áreas, notadamente aquelas que estão circunscritas no domínio das médias e grandes propriedades, localizadas no nordeste e sul do território municipal.

Essa alternância entre expansão e regressão da cobertura vegetal foi também verificada por Barbosa et al. (2008) em estudo realizado em área circunvizinha.

Este indicativo, embora incipiente, além de estar na dependência de boas condições climáticas, realidade que se registra a partir dos anos 2000, está sujeito também às políticas públicas assistenciais e da orientação técnica aos produtores, no sentido de fomentar a educação ambiental e, principalmente, garantir a observância da legislação ambiental brasileira que, ressalte-se aqui, contempla os mais diversos segmentos de utilização dos recursos naturais.

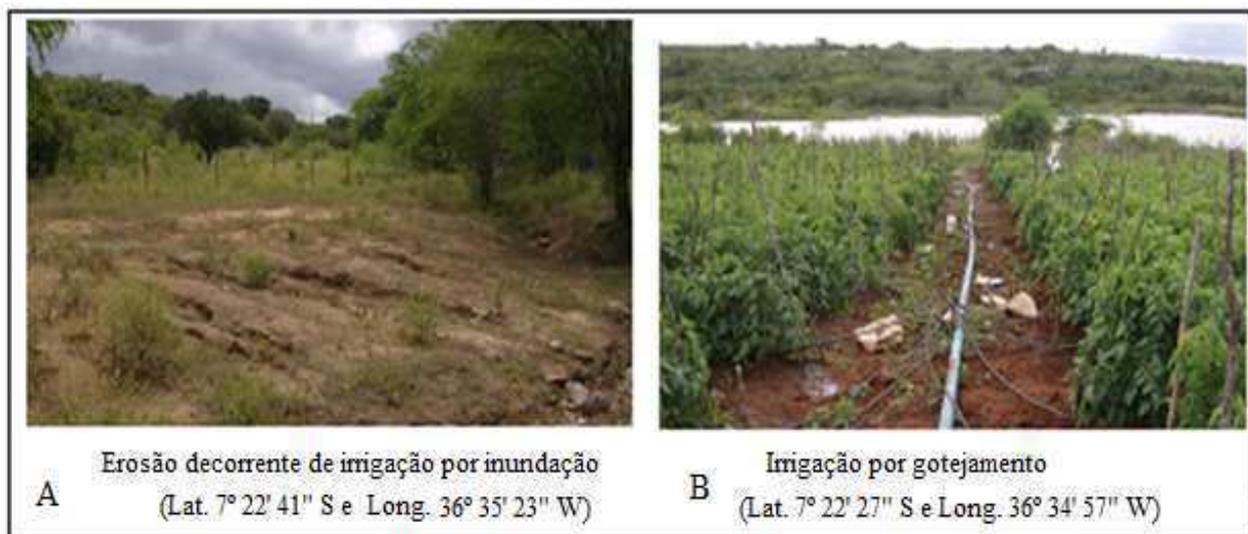


**Figura 25** – Percentual das classes de cobertura vegetal

Fonte: Processamento digital de imagens, TM/Landsat e CCD/CBERS e Trabalho de Campo (Ago/2008)

A conjuntura ambiental, no caso específico do município estudado, não é diferente, pois, do restante do bioma caatinga, o qual vem sendo explorado intensamente pelo processo de antropismo, através da utilização de diversas atividades, efetivadas de modo pouco sustentável, como é o caso da pecuária, das práticas agrícolas e construção civil, bem como, pelo uso da vegetação como fonte de energia domiciliar e industrial, em muitos casos, a revelia da legislação vigente.

Vale ressaltar-se que o Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965) determina que as propriedades rurais, situadas no semi-árido nordestino, devem manter pelo menos 20% (vinte por cento) de suas áreas como reserva legal. Este mesmo instrumento legal destaca ainda a importância das matas ciliares ao longo dos rios, lagos, reservatórios e nascentes, que deveriam ser preservadas permanentemente. Porém, devido à existência de manchas de solos aluvionais e à presença de umidade, essas áreas, na atualidade, quando não estão ocupadas com a Algaroba, são exploradas intensamente pela agricultura de sequeiro, ou ainda, por pequenos plantios irrigados, sem qualquer orientação, o que provoca graves ameaças aos recursos hídricos, sobretudo o assoreamento e a contaminação pelo uso de defensivos (Figura 26), comprometendo, pois, a qualidade da água e aumentando a vulnerabilidade das populações envolvidas.



**Figura 26** – Aspectos da agricultura praticada no município  
Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago/2008)

Estas práticas, igualmente afrontam a legislação pertinente, visto que desconhecem qualquer racionalidade no uso deste bem comum, a despeito da busca pela forma mais eficiente e eficaz de gerenciar os recursos hídricos, garantido pela Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que visa sobretudo à sua sustentabilidade.

Deve ser lembrado aqui, que a citada lei, a conhecida Lei das Águas é um instrumento de espectro bem mais amplo, indo além dos aspectos sustentáveis do uso dos recursos hídricos, pois, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), estabelecendo os principais instrumentos para a gestão dos recursos hídricos, como veremos a seguir: (i) os Planos de Recursos Hídricos; (ii) o Enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos predominantes; (iii) a outorga dos direitos de uso; (iv) a cobrança pelo uso de recursos hídricos e (v) o sistema de informações sobre recursos hídricos, dentre outras providências.

No que diz respeito à disponibilidade de água no município estudado, pode-se dizer, a partir dos dados analisados via sensoriamento remoto e trabalho de campo, que a estrutura para atender a demanda se apresenta precária em função da falta de corpos d'água, bem como pela ausência de outros tipos de captação, o que faz aumentar a pressão do consumo sobre a disponibilidade oferecida pelos principais rios da área. A falta de açudes pode estar relacionada ao comportamento do relevo, que apresenta uma topografia suave que registra a ocorrência de poucas gargantas ou boqueirões, condição propícia ao acúmulo de água. Este aspecto aplainado do relevo desfavorece, sobremaneira, a retenção da água, haja vista a pouca profundidade das represas construídas, aspecto extremamente favorável à evaporação que, nesta área, segundo diversos estudos, é da ordem de dois metros de lâmina/ano.

Outro aspecto que dificulta a oferta de água é o substrato no qual está assentado o município, isto é, encontra-se inserido totalmente sobre o escudo cristalino da Província Borborema, o que inviabiliza a perfuração de poços, sejam eles, artesianos ou amazonas. Os poucos que permitem ser explorados se encontram em falhamentos da estrutura geológica, o que explica a baixa vazão e qualidade.

No que concerne à qualidade da água disponível no município, este estudo coletou algumas amostras, de modo aleatório, das várias fontes disponíveis e constatou que, salvo algum teor de salinidade verificado em poços de sucção (cata-vento), as demais fontes se comportaram dentro dos padrões aceitáveis ao consumo, seja para animais, seja para seres humanos.

Diante da escassez hídrica, tão característica da área em exame, é premente que se realizem ações que se traduzam em aumento da oferta e eficiência da água para os diversos usos. Neste sentido, as Instituições de Pesquisa já esboçam algumas iniciativas voltadas para o aproveitamento sustentável do potencial dos recursos naturais, não apenas no município em questão, mas também em outras áreas do Semi-árido.

Um exemplo de ação sustentável é o Projeto *Água*, instalado na comunidade Uruçu, São João do Cariri-PB (Figura 27), uma iniciativa da Universidade Federal da Campina Grande (UFCG) em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (Certi), de Florianópolis-SC, subsidiado pela Petrobrás. Após ter acesso à água potável, através da utilização de dessalinizador, a comunidade prepara-se para comercializar peixes, spirulinas e produtos hidropônicos. A meta do projeto é atingir em curto prazo uma produção mensal de cerca de seis mil pés de alface e de 230 kg de tomate.

Além da comercialização destes produtos, as 80 famílias beneficiadas terão ainda a alternativa de renda, que será a comercialização de tilápias, cuja produção está sendo estimada em 5 mil peixes/ano, e de spirulina, microalga que o Brasil importa atualmente.



**Figura 27** – Localização do Projeto Água – São João do Cariri-PB  
Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago/2008)

No que tange ao estado de conservação da área de estudo, procedeu-se, por ocasião do trabalho de campo, a uma coleta aleatória de solo na camada (horizonte) de 0 até 30cm de profundidade, em algumas localidades, sob as diferentes formas de utilização (agricultura, pecuária e solo em descanso). Foram estudadas sete (7) amostras, o que a priori, é pouco expressivo para o tamanho da área de estudo, cerca de 110 Km<sup>2</sup>, mas dá uma idéia do estado de conservação deste recurso em diversos pontos do território.

Após coleta de cerca de 3,0 Kg/amostra, o material foi remetido ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG, onde foram determinadas suas características químicas, salinidade e taxa de fertilidade. Após conhecido o resultado, dois aspectos chamam a atenção, pois contrariam frontalmente o que se encontra na literatura a respeito dos solos do município. Inicialmente, os valores encontrados de pH variaram de 5,76 a 7,93 demonstrando que esta característica química se situa bem próxima da normalidade ou acidez moderada, segundo o Instituto de Potassa & Fosfato (INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO,1998). Outro dado curioso diz respeito aos teores de Sódio contido nas amostras, considerados baixos ou dentro da faixa aceitável, definindo-o como solo não salino ou solo normal.

Com relação à matéria orgânica (M.O.), o resultado da análise de solo indicou um valor médio de 1,50% e que, segundo o documento da *Agencia para El Desarrollo Internacional de los Estados Unidos* (USDA, 2000), está muito aquém dos 4% considerados satisfatórios. Esse valor de matéria orgânica entre 4 e 5% é considerado normal para o bom desenvolvimento das culturas. Entretanto, se for avaliado em micro-escala, pode-se perceber que há valores ainda menores de matéria orgânica, ou seja, 0,64%, correspondendo a áreas com a presença de várias manchas de solo exposto.

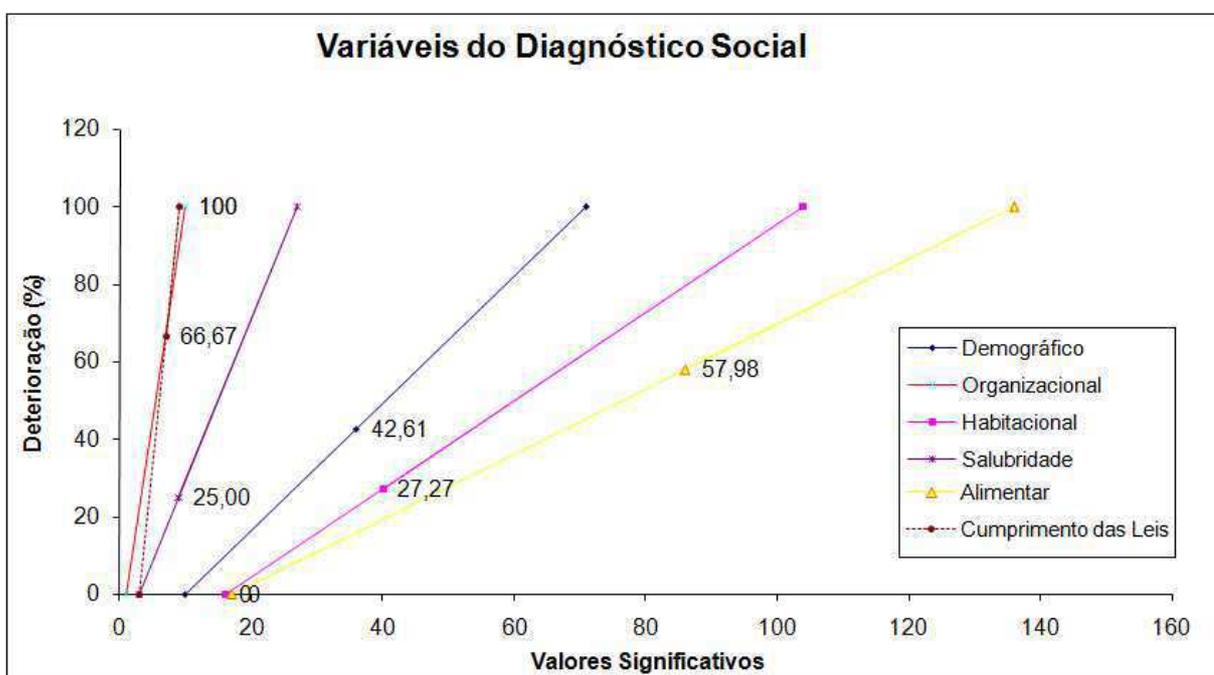
Pelos dados das análises aqui apresentadas, e embora se possa afirmar a partir delas que se dispõe de solos aptos para a agricultura, não há como negar que estes necessitam de correção em alguns de seus elementos componentes e, principalmente, de manejo adequado para que se possa alcançar a produtividade desejada.

#### 6.4 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO

Esta etapa da pesquisa se iniciou com o trabalho de campo, através do conhecimento da área em estudo, seguindo-se, depois, a um planejamento preestabelecido, a partir das unidades morfológicas identificadas no processo de fotointerpretação das imagens orbitais, com a finalidade de conhecer em detalhe as diversas unidades de mapeamento.

Posteriormente, buscou-se o apoio da estrutura pré-existente dos Agentes Comunitários de Saúde da Prefeitura Municipal de São João do Cariri, para que se aplicassem questionários junto aos proprietários rurais, cujas propriedades fossem adjacentes ao rio Taperoá, no trecho que corta o município. O objetivo, em geral, foi o de conhecer o perfil socioeconômico e ambiental, bem como as práticas que pudessem se traduzir em degradação ambiental no âmbito da propriedade e o período de aplicação ocorreu nos meses de julho e agosto de 2008.

Os valores significativos apurados na área de estudo, relativos às variáveis do diagnóstico social, as equações de reta, bem como os percentuais de deterioração, podem ser observados na Figura 28, e foram analisados entre os valores mínimos e máximos de codificação, como os que seguem.



**Figura 28** – Retas das variáveis - Unidade Crítica de Deterioração Socioeconômica – fator social

Analisando-se os dados obtidos em campo (Figura 28), verifica-se um diagnóstico socioeconômico com destaque para o fator social, que se constituiu das variáveis *demográfica*, *habitação*, *salubridade humana*, *alimentar*, *organizacional* e *cumprimento das leis*.

Para a variável *demográfica*, o valor de 42,61% apurado ficou levemente abaixo dos 45% verificados por Azevedo et al. (2005) na bacia hidráulica do Açude Epitácio Pessoa, e acima dos 39,81% levantados por Baracuhy (2001) para a micro-bacia do Riacho Paus-Brancos no município de Campina Grande.

No que refere à variável *habitação*, como se pode observar na Figura 29, note-se que esta apresentou o valor de deterioração bastante diverso (27,27%) daquele encontrado por Azevedo et al.

(op. cit.), cujos valores apurados se aproximaram do peso máximo atribuído (88,27 dos 100% atribuídos).

A explicação para um valor tão baixo deve-se à boa qualidade das moradias que, em sua grande maioria, derivam de herança de um tempo pretérito, época em que a área era explorada por fazendas de gado. Contudo, este índice poderia ser ainda menor se não fossem os problemas observados nas comunidades levantadas frente à falta de estrutura para a correta destinação de esgotos, eliminação de lixo e de embalagens de agrotóxicos.

A variável alimentar apresentou um valor de moda de 86 e um índice de deterioração de 58%, em virtude principalmente da falta de orientação nutricional. Ali, se prioriza enormemente as gorduras e sacarose, em detrimento das frutas, hortaliças e tubérculos. Mesmo assim, devido ao tipo de atividade destas pessoas, não se observou maiores problemas em relação à obesidade.

No que diz respeito à participação em organizações, registrou-se o valor máximo (100%), que se deveu, segundo o que se pôde apurar, à falta de credibilidade das instituições de classe, bem como à ausência de esclarecimento da importância dos benefícios trazidos por associações fortes e atuantes, sobretudo na defesa dos associados mais participativos.

A variável salubridade humana registrou um índice relativamente baixo de 25% para os padrões da área, os quais decorrem das boas condições das habitações, o que se traduz na constituição de um ambiente salutar. Para alcançar tal índice, as instalações bem ventiladas, através do pé direito adequado foram seguramente determinantes.

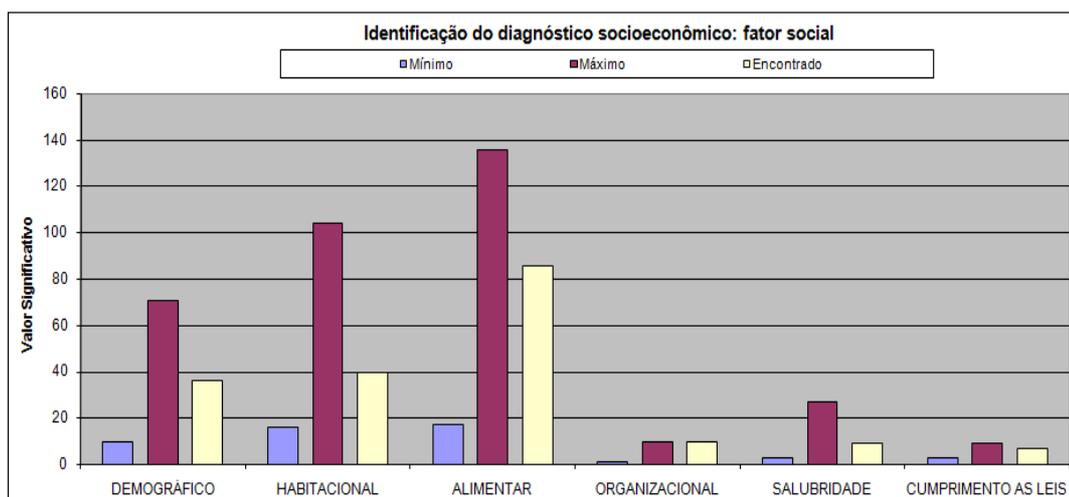


Figura 29 – Valore significativos das variáveis do fator social

Finalmente, na variável *observância das leis trabalhistas*, registrou-se o valor de 66,67%, devido à ausência de trabalho infantil. Entretanto, foi possível constatar a total falta de regime de trabalho, bem como a existência de contrato pelo instrumento do registro em carteira.

Esta realidade decorre principalmente de alguns fatores: da falta de esclarecimento dos trabalhadores, da falta de condições econômicas de muitos produtores e dos altos encargos sociais que tornam inviável o seu registro.

Este aspecto é extremamente danoso à condição social do cidadão, considerando-se os prejuízos relativos à questão previdenciária. Dessa forma, o trabalhador que futuramente procurar pelo benefício da aposentadoria será surpreendido pela falta de contribuição à previdência social, condição indispensável à concessão.

Os dados levantados, relativos à *unidade crítica de deterioração econômica* (Figura 30), mostram valores elevados nas diversas variáveis estudadas, atestando que o elemento determinante, no que diz respeito à produção rural, reside justamente na venda do produto do trabalho, nem sempre ao comprador ideal ou a preço justo. Desta forma, mais da metade daqueles que produzem em seus sítios, comercializam sua produção junto a atravessadores, nunca pelo valor de mercado, mas pelo que estes se dispõem a pagar. Com isso, muitos vêem o esforço de meses de labuta ser trocado por quantias irrisórias, deixando, por outro lado, ao comerciante altos lucros sem o mesmo ter despendido o menor esforço para obtê-los. Dessa questão, resulta o índice de 42,86% de deterioração para a variável *produção*, evidenciando a falta de organização em cooperativas ou outra representação que zele pelos interesses da classe.

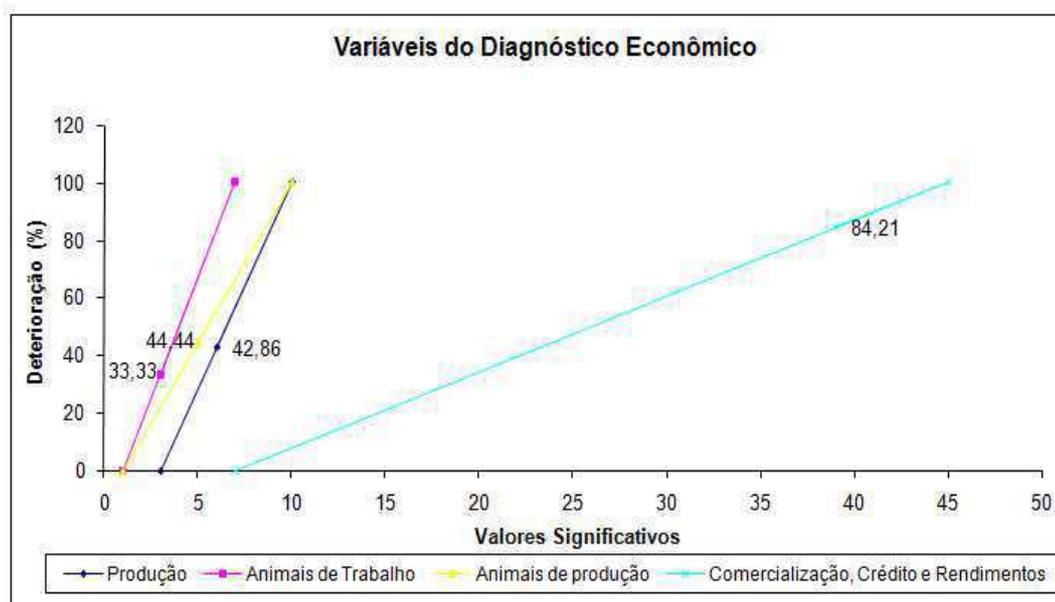


Figura 30 – Retas das variáveis - Unidade Crítica de Deterioração Socioeconômica – fator econômico

No que diz respeito à posse de animais para o trabalho, o valor de 33,33% retrata a dificuldade financeira enfrentada por muitos dos pequenos produtores, quanto ao modo como produzem na terra, pois dispõem apenas da força dos próprios braços para trabalhar.

Outro aspecto relacionado a essa questão tem a ver com as mudanças tecnológicas ocorridas durante as últimas duas décadas, período em que o homem do campo substituiu o meio de transporte, antes realizados através de animais – burro e cavalo –, aproveitados também no trato da terra, pela motocicleta, pouco útil à tarefa de produzir. Todavia, a despeito deste suposto avanço, no que concerne a produção os instrumentos utilizados ainda são os mesmos de séculos passados.

Sobre a criação de animais de produção, o valor encontrado (44,44%), evidencia a ausência de produção neste setor, em virtude da instabilidade climática existente na área de estudo, onde muitas vezes se perde parcela significativa do rebanho por falta de condições de mantê-los alimentados e dessedentados. Contudo, é difícil encontrar qualquer núcleo familiar que não disponha de criação de galinhas, porcos e vacas ou cabras para o consumo interno da família.

A variável *comercialização*, aquela de mais alto percentual deste segmento, 84,21%, traduz a dificuldade de vender o que é produzido na propriedade. Por trás deste índice também se encontram outras questões que o produtor rural não consegue superar: a baixa produtividade, decorrente de práticas obsoletas; a falta de crédito, de insumos, de assistência técnica, e aparato tecnológico eficiente, moderno e acessível.

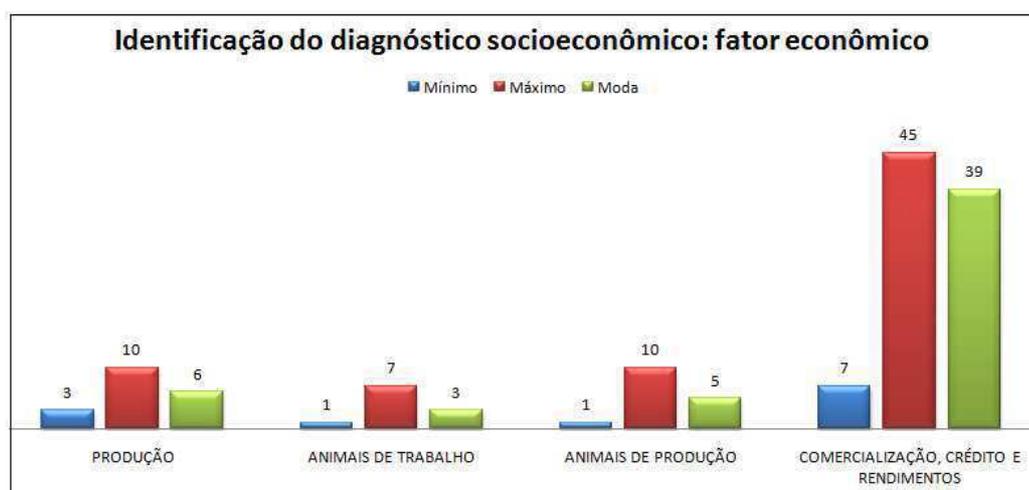
Existem, ainda, outros aspectos que inibem a produção e que se refletem na comercialização, contribuindo para a deterioração da atividade rural. Entre estes se pode citar as políticas públicas assistencialistas que, se por um lado, diminuíram a pressão sobre os recursos naturais – da vegetação, por exemplo –, de outro, dificultam sensivelmente a oferta de mão-de-obra, fazendo com que muitos proprietários abandonem a zona rural, haja vista a falta de operários para realizar as tarefas diárias.

Segundo os produtores contatados por este estudo, numa grande parcela dos núcleos familiares os idosos aposentados são responsáveis por boa parte da renda com que sustenta o núcleo familiar. Além disso, na última década, as “Bolsas” do governo federal destinadas a manter as crianças na escola, bem como o “seguro-safra” respondem por outra parte das despesas das famílias. Com isso, muitos adultos em condições de vender a força de trabalho, não o fazem, pois não vêem necessidade em fazê-lo.

No tocante aos produtos de origem vegetal, como lenha, estacas e carvão, a comercialização de tais produtos, ao longo desta década, sofreu um decréscimo considerável em razão do intenso apoio financeiro dos programas sociais acima referenciados. Outros aspectos relacionados a esta redução se encontram, primeiramente, na escassez de madeira existente na área, resultante da exploração por séculos a fio. Em segundo lugar, no fato de que a vegetação disponível para o corte e comercialização existente é a Algaroba, mas que, em virtude da fiscalização realizada pelos

órgãos ambientais e a complicada burocracia para a obtenção de guias de liberação, tem desestimulado sua extração.

Todavia, devido à preocupação com o controle da Algaroba na Caatinga, há informações oficiosas, de dentro do próprio IBAMA, no sentido de liberar o corte e comercialização desta espécie. Em vista destas questões, esta unidade de deterioração apresentou resultados tão elevados, 68,33%, em parte, ajudados pela falta de produtividade e comercialização, como mostram os valores significativos contidos na Figura 31, onde se destacam as variáveis linhas de crédito e outros rendimentos.

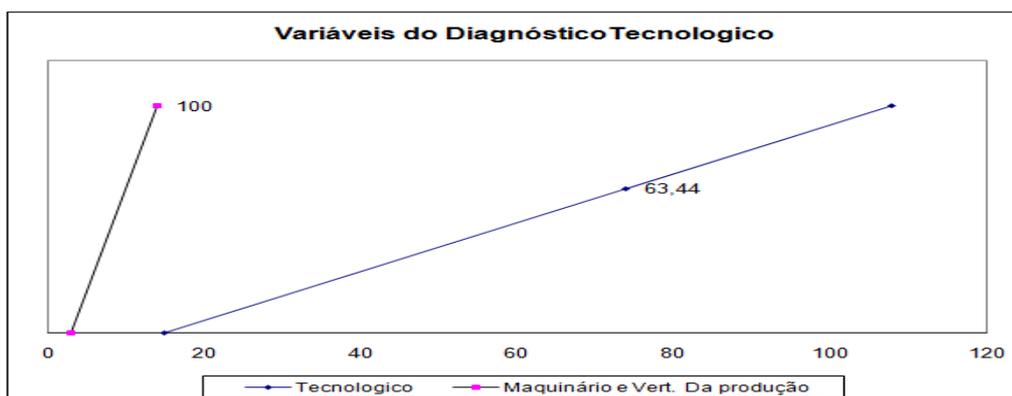


**Figura 31**– Valore significativos das variáveis econômicas

Os valores relativos às questões tecnológicas se mostraram excessivamente altos, decorrentes de alguns fatores bem característicos da área de estudo. Um deles diz respeito à descapitalização dos pequenos proprietários que, devido a pouca disponibilidade de terras para produzir, contam com o crédito oficial proporcional ao que possuem.

Outro fator que se pode elencar é a estrutura agrária que concentra grandes propriedades nas mãos de poucos, ao passo que os que têm pouca terra, ainda necessitam dividir com seus familiares. Dessa partilha, resulta um contingente considerável de pessoas vivendo em minúsculos minifúndios, sem que os mesmos possam atender às necessidades de todos. Daí o fato de surgirem problemas de diversas ordens dentre os quais se destaca o êxodo.

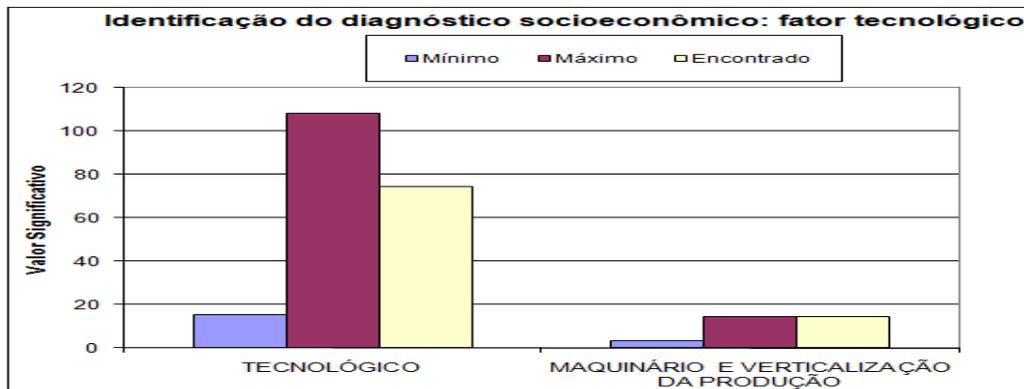
Dessa forma, descapitalizado e sem assistência técnica e informacional, fica inacessível ao camponês modernizar seus meios de produção e, com isso, lograr melhores resultados, justificando, com isto, os altos índices demonstrados na Figura 32.



**Figura 32** – Retas das variáveis - Unidade Crítica de Deterioração Socioeconômica – fator tecnológico  
 Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago./2008)

No item que aborda a questão da verticalização da produção rural, o valor de 100% encontrado (Figura 33) é o reflexo do tipo de tratamento que as Instituições Públicas destinam ao desenvolvimento da pequena agricultura no Semi-árido brasileiro.

De acordo com o trabalho de campo, dos cento e trinta (130) proprietários que responderam ao questionário, cerca de 90% deles gostariam de contar com orientação técnica e noções de conservação e preservação dos recursos que exploram. No entanto, o percentual encontrado, assegura que esta condição inexiste para os pequenos produtores.



**Figura 33** – Valores significativos da variável tecnológica da área de estudo

Observe-se o que revelou-nos o irrigante sr. Geraldo Dantas de Farias, 64 anos, residente no sítio Cachoeira (Figura 34), que tem como principal atividade a plantação de tomateiro:

O senhor pode acreditar! Aqui eu só posso contar com a ajuda de meu filho que trabalha comigo e de mais ninguém. Esse pessoal da EMATER só aparece aqui, quando é para eu falar a respeito de como administro meus pés de tomate. É assim! Quando eles querem fazer um dia de campo, aí convida um monte de gente, que fala bonito, gente da universidade..., esse povo. Mas quando eu preciso de orientação ou então de financiamento, aí eles se esquecem de mim. Já teve vez de chegar ao escritório e eles mandarem dizer que não estão e eu volto sem o que foi buscar. De uns tempos pra cá, cuidei em criar vergonha e quando eles me chamam eu desconverso e não vou. Prefiro errar e acertar por aqui mesmo. Sei que muitas das coisas que faço não tão certas, mas, assim que aprendo, procuro endireitar... (PEREIRA, R. A. Trabalho de campo, Set./2008).

Neste caso, o que relatou o produtor é particularmente verdade e ecoa o que os demais proprietários da área disseram quando clamaram por assistência técnica para poder produzir de maneira mais limpa e com maior produtividade.

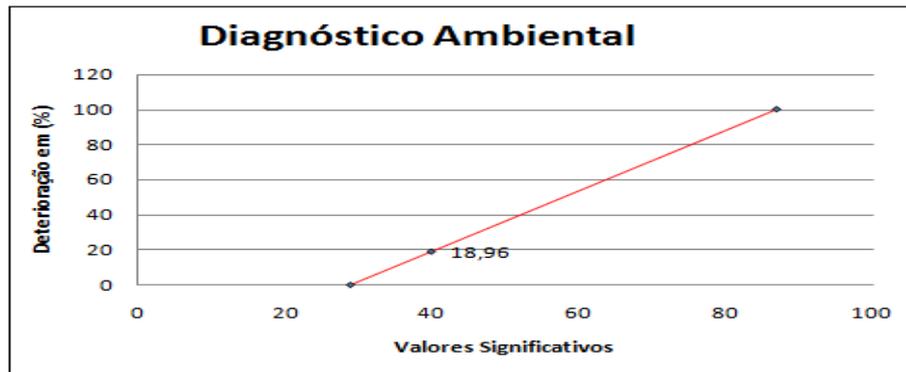
Na visita realizada à plantação do sr. Geraldo e de outros produtores da área, observou-se que, apesar de alguns deles utilizarem algumas técnicas de uso eficiente de água na irrigação (gotejamento, por exemplo), outros procedimentos, como o manuseio dos agrotóxicos de forma incorreta, põem em risco a sustentabilidade do meio ambiente e a saúde humana, ao comprometerem a qualidade dos solos e da água, principalmente.



**Figura 34** – Um retrato do meio rural e do produtor na área estudo

## 6.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Os dados relativos ao diagnóstico ambiental foram obtidos através do levantamento dos elementos que poluem diretamente o meio ambiente. O resumo com os valores significativos encontrados podem ser visto nos anexos deste estudo. Já a reta de deterioração é apresentada na Figura 35. Estes valores observados foram respectivamente 29, 87 e 40, além do índice de deterioração próximo de 19%. Apesar do que se alardeia sobre o atual estágio da degradação ambiental no município, os dados revelam que a deterioração está bem abaixo se comparada aos demais índices aqui estudados, muito embora, demasiadamente alto se comparados ao que recomenda a metodologia de Rocha (1997), aqui aplicada, dez por cento (10%), tido como satisfatório, para um ambiente equilibrado.



**Figura 35** – Reta da Unidade Crítica de Deterioração Ambiental da área de estudo  
 Fonte: Pereira, R. A. (trabalho de campo, Ago./2008)

Analisando-se a deterioração, determinada pela reta de deterioração real ( $y = 1,7241.x - 50,00$ ), esta foi da ordem de 18,96%. A explicação para tal resultado pode advir, provavelmente, da ausência de indústrias, garimpos ou queimadas na área estudada. Por outro lado, também pode revelar que a metodologia utilizada para avaliar a deterioração ambiental em zonas semi-áridas não é adequada para diagnosticar os problemas existentes.

Alguns aspectos foram determinantes para que se chegasse a este nível de degradação. Dentre estas ações poluentes, pode-se citar: descarte de esgoto livre ou a céu aberto; lixo e esgoto acumulado nos açudes, aplicação de agrotóxico sem fiscalização e controle, exploração extensiva das propriedades, entre outras.

A questão da aplicação de defensivos e, principalmente, a destinação das embalagens descartadas livremente no meio ambiente precisa ser repensada. Assim, observou-se por ocasião do trabalho de campo, que faltaram maiores cuidados com as embalagens que, depois de utilizadas, ficaram espalhadas no meio da plantação, como pode ser visto na Figura 36. Diante do flagrante, no qual o proprietário foi surpreendido, o mesmo argumentou que após a jornada diária, as embalagens são recolhidas. Entretanto, ao procura-se o suposto depósito de tal material não foi possível localizá-lo.



**Figura 36** – Aspecto da destinação dada as embalagens de defensivos na área  
 (Lat. 7° 22' 50" S e Long. 36° 35' 20" W)

Examinando-se a Tabela 9, pode-se afirmar que as variáveis, econômica e tecnológica foram as que mais contribuíram para o alto índice de deterioração apurado nas comunidades adjacentes ao rio Taperoá, no âmbito do município de São João do Cariri (49,98%). Evidencia-se, com tal informação, que quase metade destes setores se encontra deteriorado ou em processo de deterioração. Ressalte-se, neste momento, a contribuição oferecida pela variável comercialização, a qual reitera-se, é um dos principais entraves para os produtores, que vêm tendo que lidar com um baixo nível de produtividade no campo.

Deterioração encontrada nas propriedades adjacentes ao rio Taperoá

Área de estudo	Deterioração do Meio Ambiente			
	Socioeconômica			Ambiental
	Social	Econômica	Tecnológica	
Deterioração média	44,95%	68,33%	67,31%	18,96%
Prioridades	3	1	2	4
Deterioração média, socioeconômica e ambiental = 49,89%				

Assim, os diagnósticos socioeconômicos e ambientais encontrados apresentaram, portanto, valores bem acima daquele tolerável, segundo o que registra a metodologia aplicada.

Entretanto, se comparados aos resultados encontrados por Azevedo et al. (2005) na bacia hidráulica do açude Epitácio Pessoa, o valor pode ser considerado baixo, supostamente devido às condições de espaço e de tempo no momento em que foi feita a avaliação.

Outra hipótese que pode justificar um valor mais baixo em espaços tão semelhantes reside, talvez, na abrangência dos questionários, visto que o que foi utilizado aqui abordou uma quantidade muito maior de aspectos inerentes à área em foco.

Estes resultados, que se revelam muito acima do aceitável, também foram confirmados pelos trabalhos realizados por Sousa (2007) e Barbosa et al. (2008) que, apesar de terem se utilizado de outro tipo de metodologia investigativa, chegaram a valores elevados realmente, mas, ainda assim, muitos semelhantes.

A última etapa da aplicação dos questionários reservou para os entrevistados um espaço para que os mesmos manifestassem suas maiores aspirações ou reclamações, no intuito de buscar a resolução dos problemas que dificultam a realização de suas tarefas cotidianas. Algumas destas opiniões, contidas na Figura 37, ficaram bem evidentes pela quantidade com que foram repetidas.

Chama a atenção em especial a falta de mão-de-obra, citada como prioridade número um por pelo menos vinte por cento (20 %) dos proprietários.

Esta escassez de oferta de força de trabalho se deve, como anteriormente citado, às políticas sociais (bolsas, aposentadorias e seguro-safra) que desestimulam o trabalho alugado<sup>4</sup>, como é localmente conhecida esta modalidade de ocupação.

Como segunda prioridade, a falta de assistência técnica figurou entre vinte e um por cento (21%) dos participantes da pesquisa. Neste caso, configura-se a falta de atenção por parte das instituições, no que diz respeito ao acompanhamento ao homem do campo.

Existem outras situações que são bem particulares de cada localidade. É o caso da comunidade da Jurema, que manifestou através de dezesseis participantes a reivindicação da construção de uma ponte sobre o rio Taperoá, haja vista as dificuldades por eles enfrentadas no período chuvoso, pois a cheia do citado rio, que muitas vezes permanece por até trinta dias, os impede de acessar suas propriedades, forçando-os a percorrer grandes distâncias.

Outra prioridade que merece ser destacada é a falta de esgoto, reclamada por dezesseis pessoas. Neste caso, esta preocupação reflete a conscientização, ainda incipiente, mas que aos poucos começa a surgir no meio rural.

PRIORIDADES DA ÁREA DE ESTUDO	PRIORIDADES			total
	1	2	3	
Posse da terra	0	0	0	0
Pouca terra	1	0	0	1
Baixa produção/productividade	1	1	0	2
Falta de água	2	0	0	2
Falta mão-de-obra para a produção	16	1	3	20
falta de esgoto	9	7	0	16
falta de assistência médica e odontologica	0	0	0	0
falta de boa habitação	0	0	0	0
falta de crédito	1	7	0	8
falta de mercado	0	6	2	8
renda baixa	0	3	3	6
Estradas em péssimo estado	0	4	4	8
assistência técnica	3	3	15	21
escolas	0	0	4	4
insumos (materia prima, MDO, consumo de energia)	0	0	0	0
outros-citar	0	0	1	1

**Figura 37** – Prioridades relatadas pelos proprietários da área de estudo

<sup>4</sup> Denominação dada ao modo avulso de prestar serviço sem registro em carteira e sem período determinado na zona rural, prática corriqueira na área de estudo.

## 7. CONCLUSÕES

As preocupações com as questões ambientais são plenamente justificáveis devido à gama de ações que acabam se traduzindo em degradação aos recursos naturais. Os efeitos nocivos destes impactos, na maioria das situações, têm conseqüências que vão muito além dos locais onde são gerados. A magnitude dos efeitos das ações humanas sobre o meio ambiente, um modelo de produção que desconhece qualquer racionalidade e de ações governamentais, quase sempre fadadas ao insucesso justificam a preocupação da sociedade, com as condições de vida das populações atingidas e na conservação de um ambiente saudável para as gerações vindouras.

Na atualidade, menos de cinquenta anos após a descoberta da finitude dos recursos, já é possível sentir os efeitos do consumo em larga escala. Por outro lado, países pobres ou em vias de desenvolvimento se vêem as voltas com processos deteriorantes, como fome, secas, desertificação, dentre outros.

Esta situação tem maior agravamento em países que abrigam em seus territórios zonas áridas ou semi-áridas (salvo aqueles países que apresentam políticas protecionistas como EUA e Israel, por exemplo). Nestas áreas, devido às extremas condições de clima, os problemas normalmente se agigantam, pois, em muitos casos, os governos são impotentes ou omissos diante dos problemas.

No caso específico do Semi-árido brasileiro, em que pese ser este um dos mais favorecidos com a ocorrência de chuvas, existe uma considerável densidade demográfica com expressivo índice de pobreza. Além disso, a estrutura fundiária favorece há séculos, uma elite que se perpetuou no poder e que tem utilizado as secas como instrumento de dominação.

Dessa conjuntura, decorre-se, pois, uma brutal desigualdade social agravada pelo aumento cada vez maior da exploração do meio ambiente ao qual se gera mais e mais impactos severos, muitos deles irreversíveis.

As questões ambientais no âmbito do município de São João do Cariri, objeto deste estudo, em nada diferem do quadro existente em outras regiões semi-áridas. Ali, de acordo com as análises sócio-econômica e o processamento digital de imagens, o nível de degradação entre 1987 e 1996, atingiu proporções preocupantes, ainda que tenha havido, a partir dos anos 2000, uma tendência à recuperação da vegetação em algumas áreas.

Todo esse processo de degradação, que decorre das condições naturais e, agravado pela necessidade das populações ribeirinhas, cuja sobrevivência fica condicionada as ações governamentais ou a exploração de suas pequenas propriedades até a exaustão. Como resultado, o nível de cobertura vegetal densa em 2007, atinge 10% da área do município, ao passo que as áreas

com vegetação arbustiva e solos expostos se abrangem a metade do território municipal, sobretudo nas áreas mais antropizadas.

Em decorrência das condições ambientais locais, tem-se um quadro de deterioração socioeconômica e ambiental atingindo o valor de cerca de 50%, ou seja, com o comprometimento da metade de seu potencial.

A mitigação desses impactos poderia advir de políticas públicas destinadas à melhoria da infra-estrutura, da fiscalização e controle do meio ambiente, de acordo com a legislação vigente, da valorização da educação ambiental, notadamente nas escolas, também se dedicando ao apoio técnico e financeiro ao produtor familiar.

Entretanto o que se assiste é exatamente o oposto, pois as ações e programas que se destinam à qualidade de vida das pessoas e à convivência com as secas são paliativos e altamente instáveis em longo prazo, sobretudo porque, ao término de cada mandato eletivo, muda também os programas, o que põe em xeque as melhorias possivelmente alcançadas.

O desempenho institucional no que diz respeito às políticas para o município em exame e, por extensão, para todo o Semi-árido brasileiro é tão crítico que, até mesmo quando há boa intenção e suporte técnico, as ações não produzem resultados satisfatórios. Os programas governamentais implementados durante todo o século XX falam por si só. O caso da introdução da Algaroba no semi-árido é bastante sugestivo neste sentido, pois, apontada como solução para o aumento da oferta de forragem, transformou-se num grande problema ambiental e social.

É preciso lembrar que o problema não reside na espécie em si, mas na falta de conhecimento a respeito de sua forma de disseminação e também nas condições econômicas para que o pequeno produtor execute um manejo de tal forma que, de um lado, remova a espécie das áreas de terrenos úmidos, propícios à agricultura, e, por outro, continue desfrutando dos potenciais, forrageiro, alimentício e energético propiciados pela Algaroba.

Em suma, se pode afirmar que realmente existem soluções para a crise ambiental na área de estudo. Também é possível encontrar ferramentas tecnológicas para a obtenção de diagnósticos precisos, a exemplo dos recursos oferecidos pelo sensoriamento remoto, o qual permite realizar uma análise comparativa precisa e de custo relativamente baixo.

Conclui-se, portanto, que o que falta na verdade para resolver as questões ambientais no espaço deste estudo são políticas planejadas, sustentáveis e estáveis, bem como a observância da legislação ambiental, soluções, enfim, que possibilitem a convivência com as secas e, ao mesmo tempo, atenda aos anseios de grande parcela da população ali residente.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AB' SABER, A. N. *O domínio morfoclimático das Caatingas brasileiras*. In: \_\_\_\_\_ Geomorfologia. São Paulo: USP – Instituto de Geografia 1974.
- [2] \_\_\_\_\_. *Os domínios de natureza no Brasil*. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.
- [3] ACSELRAD, H. & LEROY, Jean-Pierre. Projeto Brasil sustentável e democrático. In: *Novas premissas da sustentabilidade democrática*. Rio de Janeiro: Fase, 1999.
- [4] ALMEIDA, D. P. F. de. *Evolução histórica da agricultura*. Lisboa, 1999. Disponível em: <[www.dalmeida.com](http://www.dalmeida.com)>. acesso em janeiro de 2008.
- [5] ALVES, J. J. A. Geocologia da Caatinga no Semi-árido Brasileiro. *Revista Climatologia e Estudo da Paisagem*, v.2, n.1. Rio Claro-SP, 2007, p. 58-71.
- [6] ANDRADE, L. A.; BARBOSA, M. R. V.; LEITE, U. T.; PEREIRA, I. M. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. In: *Revista Cerne*. v.11, n.3. 2005. Lavras - MG, p.53-262.
- [7] ANDRADE, L. A. de.; PEGADO, C. M. A.; PEREIRA, I. M. *Efeitos da invasão biológica de algaroba (Prosopis juliflora [Sw] DC.), sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil*. *Revista Acta Botânica Brasilica*. n. 20 (4): São Paulo, 2006.
- [8] ANDRADE-LIMA, Diva M. de; SILVA, Marlene Maria da. *Sertão Norte: área do sistema gado-algodão*. Recife: SUDENE, 1982.
- [9] ANDRADE, M. C. de. *A terra e o homem no Nordeste*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1986.
- [10] \_\_\_\_\_. *Nordeste: alternativa da agricultura*. São Paulo: Papyrus, 1988.
- [11] \_\_\_\_\_. *O Nordeste e a questão regional*. São Paulo: Ática, 1993.
- [12] \_\_\_\_\_. *A terra e o homem no Nordeste*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- [13] ANDRADE, M. M. de. *Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação*. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- [14] ANDRIGHETTI, Y. *Nordeste: mito e realidade*. São Paulo: Ed. Moderna, 1998. (Coleção polêmica).
- [15] ANJOS, C. E. dos e VENEZIANI, P. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia*. São José dos Campos: INPE, 1982.
- [16] ANSLEY, R. J.; HUDDLE J. A.; KRAMP, B. A. *Texas Agricola Experiment Station*. Vernon-TX, 1997.
- [17] ARAÚLO FIHO, J. A. *Sistemas agroflorestais na Caatinga – agroecologia versus desertificação*. Sobral-CE, 2002. Disponível em: <[www.agrisustentavel.com/inscri/htm](http://www.agrisustentavel.com/inscri/htm)> Acesso: janeiro de 2008.

- [18] ARAÚJO, T. B. de. Ensaio sobre o desenvolvimento brasileiro: *herança e urgências*. Rio de Janeiro: Revan – Fase, 2000.
- [19] ASSAD, E. D., SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: *aplicações na agricultura*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1993. 274 p.
- [20] AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; FRANCO, E. S.; et alli. Diagnóstico socioeconômico e ambiental de uma microbacia no município de Boqueirão – PB. *Revista Engenharia Ambiental*, v.2., n.1. Espírito Santo do Pinhal, 2005.p. 100-114.
- [21] BARACUHY, J. G. V. Manejo integrado de microbacia no semi-árido: *estudo de um caso*. Campina Grande: UFPB, 2001. 221p. (Tese de Doutorado).
- [22] BARACUHY, J. G. V.; FARIAS, S. A. R.; DANTAS NETO et alli. *Técnicas Agrícolas para contenção de solo e água*. Campina Grande: Impressos Adilson, 2007.
- [23] BARBOSA, E. M. *Introdução ao direito ambiental*. Campina Grande: EDUFPG, 2007.
- [24] BARBOSA, C. C. F.; DUARTE, V. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial*. São José dos Campos – SP: INPE, 2001.
- [25] BARBOSA, M. P.; CARVALHO, A. P.; LIMA, A. N. de. et alli. Uso de tecnologias no diagnóstico da degradação das terras do município de São João do Cariri-PB. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 1. Mossoró-RN, 2008. p. 204-210.
- [26] BEZERRA, C. P. e RODRIGUEZ J. L. *Conhecendo o Cariri*. Recife: Gráfica Liceu, 2000.
- [27] BOIN, M. N.; MENEGUETTE, A. A. C.; PRADO, F. de A. Uso de imagens de sensoriamento remoto na análise do cumprimento da legislação ambiental. Florianópolis: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 13 (Anais), 2007.
- [28] BRASIL. SUDENE. Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações. Região Nordeste do Brasil. Recife: Diretoria de Serviços Geográficos, 1972.
- [29] BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Mapa de levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba. II - Interpretação para uso agrícola dos solos do estado da Paraíba. M. A. Boletim DPFS. EPE-MA, 15 - Pedologia, 8. Rio de Janeiro: CONTAP/USAID/BRASIL, 1972. 683p.
- [30] BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.
- [31] BRASIL, Senado Federal. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio 92. Agenda 21. Brasília: Senado Federal; Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.
- [32] BRASIL, Ministério das Minas e Energia. GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DA PARAÍBA. Organizado por Edilton José dos Santos, Cícero Alves Ferreira e José Maria F. da Silva Jr. Recife, 2002.

- [33] BRASIL, Ministério da Integração Nacional. Secretaria de políticas de desenvolvimento regional. Nova delimitação do semi-árido brasileiro, Brasília, 2005 a. Disponível em: <[www.mi.gov.br](http://www.mi.gov.br)>. Acesso: dezembro de 2007.
- [34] BRASIL, Secretaria de Desenvolvimento Territorial SDT/MDA - Estudo Propositivo para Dinamização Econômica do Território do Cariri (Versão Preliminar), 2005 b.
- [35] BRITTO, D.; CHAVES, J. M.; FRANCA-ROCHA, W.; et alli. *Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do bioma caatinga*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (Anais). Florianópolis: INPE, 2007. p. 2629-2636.
- [36] BROLO, M. J.; OLIVEIRA, T. A. de; RIEDEL, P. S. et alli. *Utilização de técnicas de fotointerpretação na compartimentação fisiográfica do município de Cananéia - SP – apoio ao planejamento territorial e urbano*. São Paulo: UNESP, v. 26, n. 1, 2007, p. 55-65.
- [37] CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, J. 1996. *SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling*. São José dos Campos: Computer & Graphics, v.20, n.3, p.395-403.
- [38] CAMPOS, N. A., e VILLA, M. A. *A representação da seca no nordeste semi-árido brasileiro*. Brasília – DF: III Encontro da ANPPAS (Anais), 2006.
- [39] CARVALHO, J. M.; EVANGELISTA, F. R.. *Estudos de Sistemas Agroindustriais e de Turismo - algumas considerações sobre o êxodo rural no nordeste*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil/ETENE, 2001.
- [40] CAVALCANTE, A. MAJOR, I. Alien invasão de Plantas, no bioma Caatinga. *Ambio: um jornal do meio ambiente humano*: v. 35, nº. 3. pp. 35. pp. 141-143, 2006. Disponível em <<http://ambio.allenpress.com/perlserv>> Acesso: maio de 2008.
- [41] CAVALCANTI, C. (org.) *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo: Cortez; Recife: Fundaj, 2003.
- [42] [42] CHACON, S. S. A distancia entre o discurso e a prática das políticas públicas de promoção do desenvolvimento no Brasil. Fortaleza: COFEON, 2007.
- [43] CHAVES, I. B. et alli. Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na bacia escola do açude namorados e diagnóstico do uso e degradação das terras. Campina Grande: Banco do Nordeste do Brasil/UFPB/FINEP, 2002. 114 f. (Relatório técnico).
- [44] CRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.
- [45] CONTI, J. B. e FURLAN, S. A. *Geoecologia – o clima, os solos e a biota*. In: ROSS, J. L. S. (org.). *Geografia do Brasil*. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1998.
- [46] CORREIA, A. A. M. Os solos e o meio ambiente. *Agroline EMBRAPA CNPS*, 2001. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos>>. Acesso em dezembro de 2007.
- [47] CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de.; HERDANDEZ FILHO, P.; FLORENSANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial*. São José dos Campos – SP: INPE, 2001.

- [48] D'AMATO J. L.; LEIS, H. R. O ambientalismo como movimento vital: análise de suas dimensões histórica, ética e vivencial. In: CAVALCANTE, C. (org.). Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife: Fundaj, 2003.
- [49] DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MENDONÇA, F. Climatologia: *noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.
- [50] DANTAS, José Robison Alcoforado e CAÚLA, José Antonio Lopes. Mapa Geológico da Paraíba: Texto Explicativo, Campina Grande. Grafset, 1982.
- [51] DATASUS. Indicadores demográficos. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqa11.htm>>. Acesso em março de 2006.
- [52] DUARTE, J. J. A nova paisagem do semi-árido no contexto da modernização: *o caso da Algaroba*. João Pessoa. Revista da Adufpb, v. 1, n. 1, p. 17-32, 2000.
- [53] DUARTE, R. *Dois modelos para convivência do produtor rural com o ambiente semi-árido nordestino*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001.
- [54] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÀRA – EMBRAPA. Semi-árido. *Uso de rejeitos como insumo produtivo*. Disponível em: <[www.cpatsa.embrapa.br/noticias](http://www.cpatsa.embrapa.br/noticias)> Acesso em setembro de 2007.
- [55] FIORI, A. P. & SOARES, P. C. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. Revista *Notícias Geomorfológicas*, v.16, n.32. Campinas, 1976. p.71-104.
- [56] FRANCO, E.S. *Avaliação do impacto ambiental causado pela exploração agropecuária em Boqueirão*. Campina Grande: UFCG, 2002. 88p. (Dissertação de Mestrado).
- [57] GURJÃO, E. Q. O encontro de dois mundos: *da pré-história à chegada dos europeus*. In: Estudando a história da Paraíba. 3.ed. Campina Grande: EDUEPB, 2004.
- [58] HECKENDORFF, W. D. LIMA, P. J. de. Climatologia. In: Governo do Estado da Paraíba; Secretaria de Educação; Universidade Federal da Paraíba: *Atlas Geográfico do Estado da Paraíba*. João Pessoa: Grafset, 1985. p. 34-43.
- [59] IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – delimitação de limites municipais. Base operacional, PB. Rio de Janeiro: Edição Revisada, 2006.
- [60] \_\_\_\_\_. Contagem da população - 2007. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)> Acesso em março de 2008.
- [61] \_\_\_\_\_. Dados econômicos dos municípios brasileiros – São João do Cariri – Pb. Link *Cidades*. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br/)> Acesso em agosto de 2008.
- [62] INCRA, Instituto Brasileiro de Colonização e Reforma Agrária. *Estatísticas cadastrais dos móveis rurais*. 1998. Disponível em: <[www.incra.gov.br/\\_htm/serveinf/\\_htm/pubs/atlas](http://www.incra.gov.br/_htm/serveinf/_htm/pubs/atlas)>. Acesso em julho de 2008.
- [63] INPE, Instituto de Pesquisas Espaciais. Downloads de imagens de satélite. São José dos Campos – SP, 2008. Disponível em <[www.dgi.inpe.br](http://www.dgi.inpe.br)> Acesso em março de 2008.

- [64] IRPAA, Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada. Delimitação do Semi-árido. Disponível em: <[www.irpaa.org/br/index.php](http://www.irpaa.org/br/index.php)>. Acesso em julho de 2008.
- [65] INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. *Manual internacional de fertilidade do solo*. 2 ed. Tradução e adaptação de Alfredo Sched Lopes. Piracicaba: POTAFOS, 1998.
- [66] JOFILLY, I. *Notas Sobre a Parahiba*. Livro I. Rio de Janeiro: Thesaurus Editora, 1892.
- [67] JOLIVET, M. e PAVÈ, A. O meio ambiente: questões e perspectivas para a pesquisa. In: VIEIRA, P. F. e WEBER, J. *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2002. p.53-112.
- [68] LACHER JR., T. E.; LEAL, I. R. et alli. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na caatinga do nordeste do Brasil. *Revista Megadiversidade*, v.1, n.1 Belo Horizonte - MG, 2005.
- [69] LAKATOS, E. M & MARCONI, M. A. *Metodologia científica*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- [70] LEFF, H. *Epistemologia Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2006.
- [71] LOURENÇO, M. S. Marques. Trabalho Pleno: *construção do desenvolvimento local*. Sobral: Edições UVA, 2003.
- [72] LOYOLA, R. D. Os métodos científicos e a pesquisa ecológica. *Revista Klepsidra*. São Paulo: USP, 2006.
- [73] MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T.; VZZOTO, V. R. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. *Revista Ciência Rural*, v.30, n.6, p.965-969. Santa Maria-RS, 2000.
- [74] MELO, A. T. de; RODRIGUEZ, J. L. Mapa do Estado da Paraíba. *Paraíba: desenvolvimento econômico e a questão ambiental*. João Pessoa: Grafisete, 2004.
- [75] MATALLO Júnior, H. Indicadores de Desertificação: *histórico e perspectivas*. Brasília: UNESCO, 2001.
- [76] NORTH, D. C. Instituciones, cambios institucional y desempeño económico. México: Fondo de Cultura Económica, 1993.
- [77] OLIVEIRA, F. X. de. Impactos da invasão da Algaroba - *Prosopis juliflora (sw.) DC.* –sobre o componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do Curimataú e do Seridó nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Areia - PB: CCA/UFPB. 2006. 138f. (Dissertação de Mestrado).
- [78] PARAÍBA. PDRH-PB - Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba. João Pessoa/PB: SEMARH/Governo do Estado da Paraíba. 1996 (CD-ROM).
- [79] PEREIRA, R. A. São João do Cariri-PB - potencialidades turísticas versus seca: *uma alternativa ao desenvolvimento socioeconômico de uma área semi-árida*. Campina Grande: UEPB, 2006. 75f. (Monografia TCC/Geografia).
- [80] REBOUÇAS, A. da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *Estudos Avançados*. v.11., n.29, 1997.

- [81] \_\_\_\_\_. Água e desenvolvimento rural. *Estudos Avançados*, 15 (43) 2001.
- [82] RIBASKI, J. Potencial del algarrobo (*Prosopis juliflora*) en sistemas silvopastoriles en el semiárido de Brasil. In: *Agrofloresteria para la producción animal en América Latina – II*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura en América Latina, 2003. p.141-156.
- [83] ROCHA, José Sales Mariano da. *Manual de Projetos Ambientais*. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.
- [84] SOARES, T. M. *Utilização de águas salobras no cultivo de alface em sistemas hidropônicos NFT como alternativa agrícola condizente ao Semi-árido brasileiro*. Piracicaba: ESALQ, 2007. 267 p. (Tese de Doutorado)
- [85] SOUSA, R. F. de. *Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano*. Campina Grande: UFCG, 2007. 180f. (Tese de Doutorado)
- [86] SUDEMA, Superintendência de Administração do Meio Ambiente. *Atualização do diagnóstico florestal do estado da Paraíba*. João Pessoa: SUDEMA, 2004
- [87] SUDENE. *Cartas topográficas na escala 1:100000: Juazeirinho (SB.24-Z-D-II); Boqueirão (SB.24-Z-D-III); Sumé (SB.24-Z-D-V)*. (Ano-base: 1972). Disponível em: <[www.pb.gov.br/sudema](http://www.pb.gov.br/sudema)>. Acesso em fevereiro de 2008.
- [88] TAVARES, J. L. *Apontamento para a história territorial da Paraíba*. Mossoró: Edição fac-similar, 1982. (Coleção Mossoroense).
- [89] TAYRA, F. A crise ambiental e o papel das novas tecnologias da informação: além do domínio da técnica. In: *Revista Scripta Nova*. v. VIII, n. 170 (41). Barcelona, 2004. Disponível em: <[www.ub.es/geocrit](http://www.ub.es/geocrit)>. Acesso: agosto de 2008
- [90] TELES, M. M. F. Cobertura vegetal do município de São João do Cariri-PB: distribuição espacial da caatinga: *uso de lenha como fonte de energia*. Areia, PB: CCA/UFPB, 2005. 62 f. (Dissertação de Mestrado).
- [91] THIOLENT, M. e SILVA, G. de O. Metodologia da Pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais. RECIIS – *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*. v.1, n.1, Rio de Janeiro, 2007. p. 93 – 100.
- [92] USDA - Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Traducción al Español del “Soil quality test kit guide” realizada por Alberto Lutens e Juan Carlos Salazar Lea Plaza. Argentina: Instituto de Suelos CRN-CNIA-INTA, 2000.
- [93] VELASCO, H. G. *Uso Eficiente da Água: um enfoque multidimensional*. Cidade do México: Seminário internacional sobre o uso eficiente da água, 1991.
- [94] VILAR, F. C. R. Impactos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sobre estrato herbáceo da caatinga: *florística, fitossociologia e citogenética*. Areia: UFPB, 2006. 94f. (Tese de Doutorado).
- [95] VEDOVELLO, R. Zoneamento Geotécnico, por sensoriamento remoto para estudo de planejamento do meio físico – *aplicação em expansão urbana*. 1993. São José dos Campos – SP: INPE, 1993. 90 f. (Dissertação de Mestrado).

# A N E X O S

