

## ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA COBERTURA VEGETAL DE UMA ÁREA DE CAATINGA, APÓS SUCESSIVAS ESTIAGENS

**Ronildo Alcântara Pereira**

Geógrafo, Mestre em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande  
[ronalcantara@gmail.com](mailto:ronalcantara@gmail.com)

**Josandra Araújo Barreto de Melo**

Geógrafa, Doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande  
[ajosandra@yahoo.com.br](mailto:ajosandra@yahoo.com.br)

**Madson Tavares Silva**

Meteorologista, Universidade Federal de Campina Grande  
[madson\\_tavares@hotmail.com](mailto:madson_tavares@hotmail.com)

**Nadjacléia Vilar Almeida**

Geógrafa, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
[nadjageo@gmail.com](mailto:nadjageo@gmail.com)

### RESUMO

Este trabalho objetivou realizar uma análise do comportamento espectral das classes de cobertura vegetal do município de São João do Cariri, Paraíba, no período de 1987 a 1996. Para tanto, utilizou-se geoprocessamento e técnicas de sensoriamento remoto, como forma de entender a dinâmica da evolução frente à sucessão de estiagens ocorridas durante a década de 1990 e ante o aumento da demanda por produtos florestais, em decorrência do agravamento das condições de vida da população. As imagens analisadas foram obtidas pelo sensor TM/Landsat, órbita 215, ponto 65, e tomou-se como parâmetro o período chuvoso ou imediatamente após, objetivando, com isto, uma melhor resposta espectral do índice foliar, devido à exuberância da cobertura vegetal nesta época. Os resultados demonstraram que, no período analisado, houve uma drástica redução das áreas cobertas por vegetação densa e semidensa, enquanto as áreas de Caatinga rala e solos expostos cresceram. Também foi possível constatar que as áreas mais antropizadas, sobretudo as adjacentes aos rios, foram as mais afetadas, o que evidencia o aspecto socioeconômico como impactante na degradação da Caatinga.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto, Semi-árido brasileiro, classes de cobertura vegetal.

## ANALYSIS OF THE SPECTRAL BEHAVIOR OF THE SORTS OF VEGETAL COVERING IN AREA OF CAATINGA, FOLLOWING SUCCESSIVE DROUGHTS

### Abstract

This study aimed to put into practice an analysis of the spectral behavior of the sorts of vegetal covering in São João do Cariri, PB, in the period from 1987 to 1996. For this, it was used geoprocessing and techniques of remote sensing, as form to understand the dynamics about the evolution ahead of the succession of dries occurred during the decade of 1990 and of the evolution ahead of the increase of the demand for forestall products as a consequence of the aggravation of the conditions of life in the resident population. The analyzed images had been gotten by the TM/Landsat sensor, orbit 215 and point 65 of the years of 1987 and 1996 and it was placed as parameter the rainy period or immediately after, objectifying, with this, one better spectral reply of the index foliar, due to exuberance of the vegetal covering at this time. The results had demonstrated that, in the analyzed period, was verified a drastic reduction of the covered areas for dense and semidense vegetation, whereas the areas of thin Caatinga and exposed soils had grown in the same proportion. Also it was possible to evidence that the areas more "anthropized", mainly those adjacent ones to the rivers, had been affected, what it evidences the social aspect as determinative of the degradation of Caatinga.

**Key-words:** Remote sensing, Brazilian semi-arid, sorts of vegetal covering.

## INTRODUÇÃO

A problemática ambiental é, na atualidade, uma questão de relevância em todas as esferas do conhecimento. A pressão sobre os recursos naturais toma maiores proporções em países pobres e emergentes e, especialmente, em áreas cujo quadro climático se mostra árido ou semi-árido, incrementado, sobretudo, pelas condições socioeconômicas de grande parcela da população residente, onde imperam a pobreza e o atraso tecnológico.

No caso do interior do Nordeste brasileiro, por se tratar de uma área com características de semi-aridez e possuir uma densidade populacional bastante expressiva, os efeitos da demanda sobre os recursos naturais têm provocado sérios impactos, com reflexos diretos na produção, na conservação do 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 serve de justificativa para a manutenção do histórico quadro de miséria instalado, comparável a algumas regiões da África.

Um exemplo do agravamento do quadro ora apresentado deu-se por ocasião das sucessivas estiagens ocorridas durante a década de 1990 (um dos períodos mais secos do século XX), fazendo com que uma parcela considerável da população pobre buscasse meios de sobrevivência através da retirada da vegetação, transformando-a em lenha, carvão, estacas e mourões para comercializar.

A partir desse contexto, torna-se necessário a realização de estudos que mostrem a dimensão dos impactos da ação antrópica sobre o meio ambiente e, nesse sentido, os diagnósticos ambientais, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, possibilitam resultados bem próximos da realidade, permitindo a análise de extensas áreas, sem que haja prejuízo na qualidade dos estudos, servindo, ao mesmo tempo, à tomada de decisões (VILAR, 2006, p. 14). A importância dos estudos utilizando-se de produtos orbitais e SIG é reconhecida por muitos autores, como Veneziani e Anjos (1982), Crepani *et al.* (2001), dentre outros.

Tendo em vista essas questões, este trabalho objetiva demonstrar o comportamento espectral da cobertura vegetal do município de São João do Cariri, Paraíba, exposta a sucessivas condições de secas e às pressões antrópicas, através do processamento de imagens TM/Landsat no período compreendido entre os anos de 1987 e 1996.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende o território do município de São João do Cariri, no Estado da Paraíba, Brasil, de altitude média de 450 m, e cujas coordenadas geográficas da Cidade são 07°23'27" de latitude sul e 36°31'58" de longitude oeste. Está localizado na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, totalmente assentado sobre o Planalto da Borborema, conforme Figura 1.

O município possui uma população de pouco mais de 4.700 habitantes, dos quais mais da metade residem na zona rural, segundo dados da contagem da população de 2007 (IBGE, 2007). As fronteiras municipais limitam-se à 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 Caraúbas.

O clima é quente e úmido, classificado por Köppen como Bsh, caracterizado por uma baixa e irregular pluviosidade, concentrada em apenas três meses do ano, situando-se entre 300 e 900 mm/ano, com temperaturas médias anuais da ordem de 26 a 29°C. Detalhando-se os critérios adotados por Köppen, a designação da letra B significa que a evapotranspiração potencial média é maior que a precipitação média anual, não havendo, portanto, excedente de água; S indica estação seca de verão; H refere-se à temperatura média anual superior a 18°, ou seja, temperatura elevada (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 72).

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. Esta característica de sub-deserto foi também referenciada por Silva e Andrade-Lima (1982, p. 15).

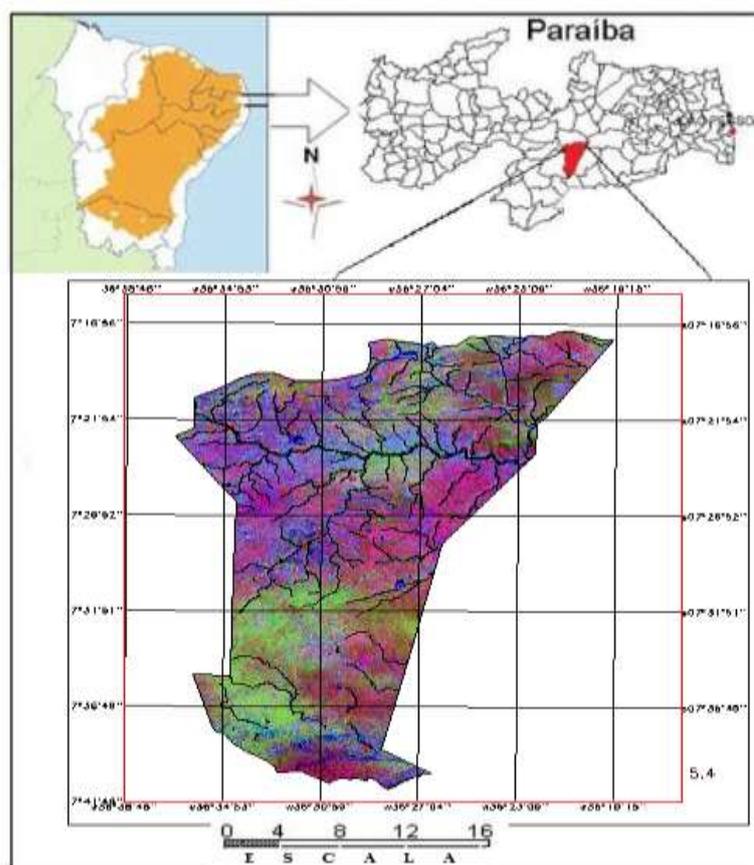


Figura 1 – Localização e rede de drenagem de São João do Cariri, PB.  
Fonte: Adaptação realizada pelos autores.

Os solos do município são predominantemente rasos e pouco desenvolvidos, Neossolos Litólicos, que são caracterizados por terem pouca capacidade de armazenamento de água e possuem espessura inferior a 0,50 m e uma estreita camada de material decomposto sobre a rocha, dificultando o surgimento de uma vegetação mais densa (BRASIL, 2005, p. 32). Estes solos apresentam os grandes níveis de degradação quando ficam descobertos, devido à diminuição e ao rebaixamento da cobertura vegetal, com fortes sinais de erosão.

A vegetação é do tipo Caatinga hiperxerófila, variando, segundo Silva e Andrade-Lima (1982), de arbustivo esparsa a arbustivo muito ralo. Na paisagem da Caatinga, também é bastante intensa a ocorrência de cactáceas de várias espécies: Xique-xique (*Pilosocereus gounellei* [A. Weber ex K. Schum]); Macambira (*Bromélia laciniosa* [Mart ex Schultze f.]); Mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), entre outros. Entretanto, também existe, segundo Leal *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 que recebem maior volume de chuvas orográficas ao longo do ano.

Com relação à conservação da vegetação, a efetivação de um estudo realizado em 1990 pelo PNUD/FAO/IBAMA, quantificou 41,5% de área de remanescentes da vegetação nativa deste bioma; e cerca de 65% em 1984, a partir de dados do RADAMBRASIL. A tendência obtida com estas estimativas apontava uma perda de cobertura vegetal no bioma da ordem de 500 mil hectares por ano (FRANCA-ROCHA *et al.*, 2007, p. 6).

A base econômica do município de São João do Cariri tem como característica a produção agropecuária, centrada principalmente na caprinocultura. Em tempos pretéritos, as atividades produtivas tinham como destaque a exploração de culturas industriais como o sisal (*Agave*

*sisalana* Perrine ex Engelm.) e o algodão arbóreo (*Gossypium hirsutum* L.), hoje em franco declínio.

Entretanto, à medida que ocorria a retração de tais culturas, devido aos entraves na comercialização (sisal) e pela ocorrência do bicudo (algodão), expandia-se a atividade pecuária e culturas de suporte forrageiro, como a palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) P. Mill.) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). Tem-se, assim, a caprino-ovicultura e a criação de bovinos como as atividades de maior potencial, devido à adaptabilidade às condições geoclimáticas do Semi-árido. Contudo, consistem em práticas de manejo que exigem demasiadamente da cobertura vegetal (BRASIL, 2005, p. 13).

#### Aquisição de imagens e dados cartográficos

Para concretizar a realização deste estudo, foram utilizadas: (i) duas cenas captadas pelo sensor TM/LANDSAT-5, órbita/ponto 215/65, com datas de passagem de 09 de Maio de 1987 e 22 de Julho de 1996, dispostas, respectivamente, na Figura 2 A-B; (ii) *layers* de regionalização, contendo mapas de drenagem, açudes e limites do município de São João do Cariri-PB, obtidos da SUDENE (1972), na escala de 1:100.000, através do mosaico entre as cartas de Juazeirinho (SB.24-Z-D-II), Boqueirão (SB.24-Z-D-III) e Sumé (SB.24-Z-D-V). As especificações das imagens encontram-se dispostas no Quadro 1.

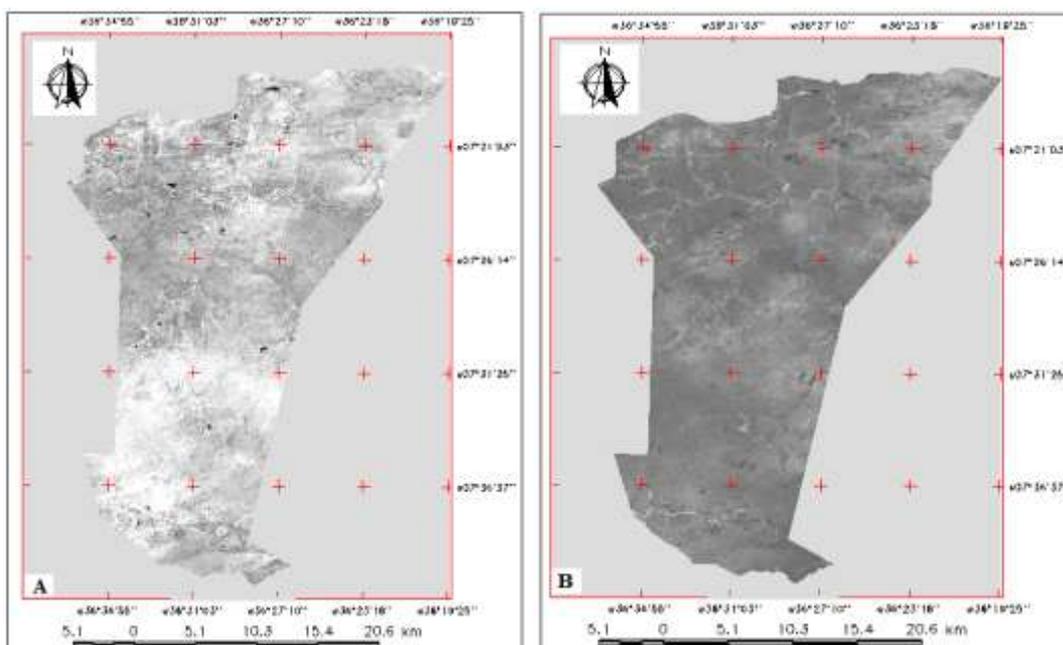


Figura 2 A-B – Imagem TM/Landsat-5 NDVI (Bandas 4/3 – Op. 5) referente à área de estudo, datadas de (A) 09/05/1987 e (B) 22/07/1996.

#### Quadro 1

##### Descrição das Imagens TM/Landsat-5

Bandas espectrais	Descrição dos canais	Comprimento de ondas - $\mu\text{m}$
Banda 2	Verde	0,53 – 0,61
Banda 3	Vermelho	0,62 – 0,69
Banda 4	Infra-vermelho próximo	0,79 – 0,90

Resolução espacial 30 x 30 m, data de passagem: 09/05/1987 e (B) 22/07/1996

## Construção do banco de dados e processamento das imagens

Utilizou-se o software SPRING 4.2.2 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), disponibilizado livremente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, seguindo metodologia prescrita por Câmara *et al.* (1996), para a construção do banco de dados geográficos e para a integração de todas as informações disponíveis da área de estudo.

Os procedimentos para a interpretação visual de imagens digitais foram realizados tomando-se como parâmetros os elementos texturais do relevo, drenagem e outros alvos, de acordo com sua densidade e orientação (tropia), conforme metodologia desenvolvida por Soares e Fiori (1976) para fotografias aéreas, adaptada por Veneziani e Anjos (1982) para imagens orbitais e posteriormente utilizadas para a determinação de uso da terra e evolução do processo de cobertura vegetal em municípios do Semi-árido brasileiro. Os procedimentos adotados no processamento das imagens foram:

### i) Georreferenciamento ou registro das Imagens

Após a obtenção das imagens brutas disponibilizadas pelo INPE, as mesmas passaram pelo módulo IMPIMA para o recorte da área de interesse, sendo salvas no banco de dados, para posterior registro, a partir dos dados planialtimétricos retirados das cartas topográficas da SUDENE (1972), já especificadas.

O registro das imagens foi realizado através de pontos de controle extraídos das cartas topográficas, como rede de drenagem, estradas e relevo do município. Em seguida, a primeira imagem (1987) serviu como parâmetro para registrar a segunda (imagem para imagem). Com isso, ambas as imagens foram georreferenciadas, utilizando-se a projeção do sistema de coordenadas UTM e *datum* SAD-69.

### ii) Divisão ou razão entre bandas/NDVI

É uma operação não-linear utilizada para realçar as diferenças espectrais de um par de bandas, devendo cuidar da presença de ruídos, pois estes são realçados. De acordo com o INPE (2006), para aumentar o contraste entre solo e vegetação pode-se utilizar a razão entre bandas referentes ao vermelho e ao infravermelho próximo, constituindo, assim, os chamados índices de vegetação. Desta forma, obteve-se um índice de vegetação através de:  $NDVI = \text{ganho} * [(banda\ 4 - banda\ 3) / (banda\ 4 + banda\ 3)] + \text{offset}$ .

### iii) Composição multispectral ajustada ( $b3 + NDVI + b1$ )

Este procedimento diz respeito a uma transformação RGB, onde a luz vermelha estará posicionada na banda 3, a luz verde na imagem NDVI e a luz azul na banda 1. O resultado desta composição é que as áreas de alto valor de NDVI são representadas pelo verde (ocorrência de vegetação), ao passo que as áreas de baixa ocorrência de NDVI são representadas pelo vermelho ou azul, indicando a presença de solos expostos.

### iv) Segmentação

Constitui-se 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 esta limitação, Câmara *et al.* (1996), propõem o procedimento da segmentação da imagem previamente à fase de classificação, onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada.

### v) Classificação de padrões

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 (método de extração de regiões), classificação e mapeamento. Para realizar a classificação, no que concerne a este estudo, utilizou-se o classificador Bhattacharyya, que adquire amostras do treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para as classes determinadas (conforme Tabela 2); ao final, todas as regiões ficarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo, devendo o usuário associar essas classes ou temas às classes por ele definidas por ocasião da criação do banco de dados. Os dados relativos à classificação constam na Tabela 1.

Tabela 1

Parâmetros para a classificação de padrões das imagens TM/Landsat

<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

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

vi) *Editoração dos mapas temáticos*

Os mapas temáticos, resultantes da evolução das classes de cobertura vegetal, da dinâmica de utilização das terras e dos níveis de degradação, foram criados no módulo SCARTA, software complementar que acompanha o SPRING 4.2.2.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 A-B, as áreas com baixos índices de vegetação, ou seja, com solo exposto e vegetação rala, foram identificadas pelas cores esverdeada e/ou magenta; já as áreas onde predomina maior nível de densidade vegetal apresentam-se em tons de verde escuro, sendo essas tonalidades mais claras onde a vegetação se encontra menos conservada e com algum estresse hídrico, enquanto as áreas em ciano mais claras representam degradação em níveis mais graves e/ou com déficit hídrico.

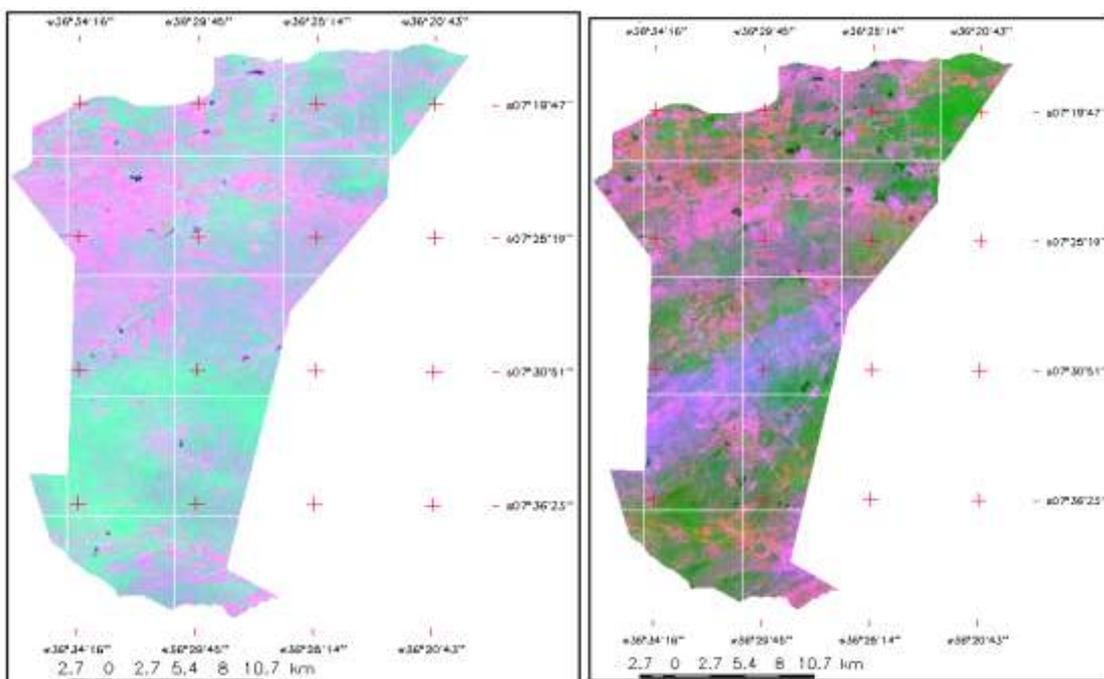


Figura 3 A-B – Composição multispectral ajustada

A classificação dos padrões seguiu aos seguintes procedimentos: (i) segmentação (por extração de regiões), (ii) classificação não-supervisionada, (iii) associação de classes, (iv) vetorização dos dados. Depois de quantificadas as áreas, os resultados foram exportados para o SCARTA, possibilitando a confecção dos mapas digitais temáticos (Figura 4 A-B).

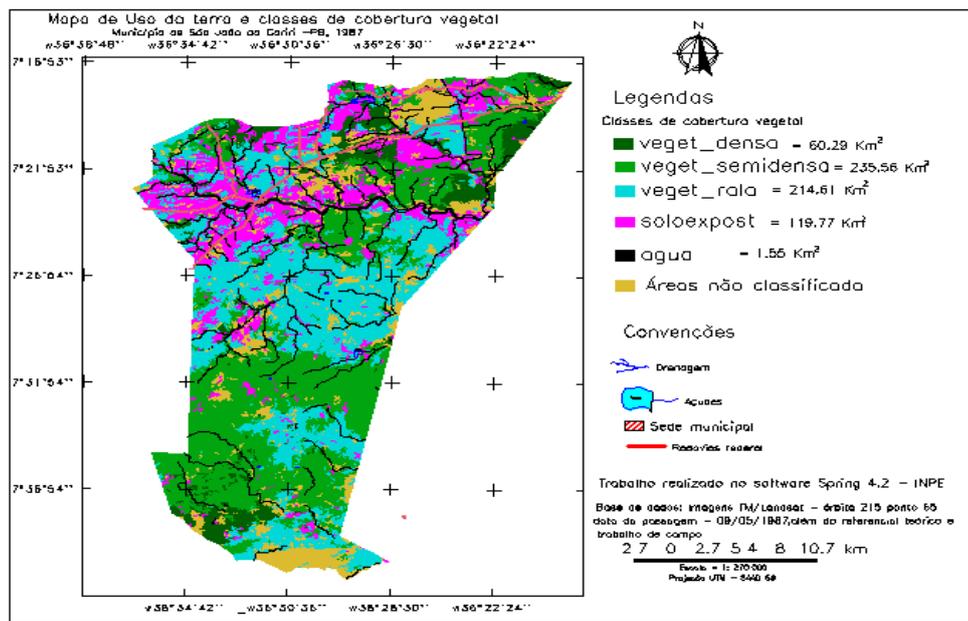


Figura 4 A – Mapa das classes de cobertura vegetal de São João do Cariri, PB (1987).

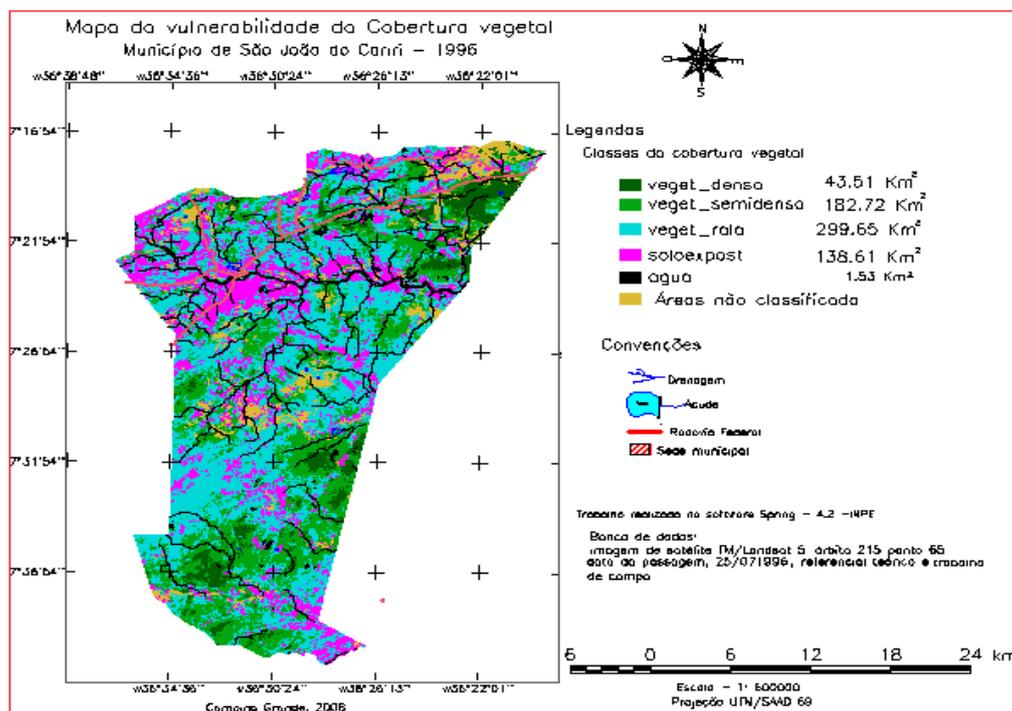


Figura 4 -B - Mapa das classes de cobertura vegetal de São João do Cariri, PB (1996).

A Tabela 2 apresenta a quantificação das classes de cobertura vegetal presentes na Figura anterior. Através dessas informações, pode-se perceber que na década correspondente ao espaço temporal deste estudo, a vegetação mais preservada se reduziu sensivelmente, chegando a níveis de exaustão. Como consequência, houve a expansão das áreas com solo exposto e vegetação rala.

Tais resultados indicam uma evolução do processo de perda da vegetação nativa em diversos pontos do município, principalmente nas áreas próximas ao rio Taperoá e seus principais tributários, devido à maior concentração populacional e por abrigar a maioria das atividades produtivas.

Tabela 2

Quantificação das classes de cobertura vegetal em São João do Cariri, PB

Classes	Vegetação densa	Vegetação Semidensa	Vegetação rala	Solo exposto	N/C*+Água**
1987	11,4%	33.0%	30.0%	16,9%	8,7%
1996	6,2%	26.0%	42.0%	19,7%	6,1%

\* N/C - Área não Classificada.

\*\* A água não se caracteriza como uma classe de cobertura vegetal, mas evidencia, neste caso, a precariedade da estrutura necessária à produção.

Os resultados indicam que as classes de cobertura vegetal mais conservada – vegetação densa e semidensa –, que representavam 11,4 e 33%, respectivamente, da área total do município em 1987, reduziram-se para 6,2 e 26%, respectivamente, em 1996; situação oposta ao que ocorreu com as áreas correspondentes à classe vegetação rala, que passou de 30% para 42% da área total, enquanto a classe solo exposto se expandiu de 16.9% para 19.7%, permanecendo numa tendência crescente durante este período.

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 escassez de chuvas possibilita uma série de ações degradantes, pois a demanda sobre o meio tende a se intensificar, sob as mais diversas formas de exploração.

A questão de manter os rebanhos em época de estiagem, por exemplo, é extremamente difícil, tanto para os animais, pela falta de forragem, quanto para o proprietário, que necessita salvar seus efetivos, além dos prejuízos ambientais.

Para isso, 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 para a dessedentação, haja vista a escassez de água. Este tipo de atividade tem um poder destrutivo notável, pois os cactos, como de resto toda a vegetação da área, têm seu desenvolvimento bastante lento, o que acaba por refletir negativamente nos índices de cobertura vegetal, fato este constatado pelos dados aqui apresentados.

Ademais, a redução dos níveis de cobertura vegetal propicia uma série de efeitos ao ambiente, sendo a desertificação um dos mais graves. Esse tipo de impacto há algum tempo vem se revestindo de grande interesse para os estudos relacionados às questões ambientais, constituindo-se em um dos mais sérios problemas das regiões áridas do mundo e, em particular, do semi-árido brasileiro.

De acordo com a Agenda 21 e a Convenção de Combate à Desertificação e aos Efeitos da Seca pelas Nações Unidas, a degradação das terras nas regiões áridas, semi-áridas e subúmidas secas é resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas, sendo que por degradação das terras se entende a deterioração dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e a redução da qualidade de vida das populações afetadas (BRASIL, 1996, p. 27).

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que, no período de uma década (1987-1996), verificou-se uma drástica redução das áreas cobertas por vegetação densa e semidensa, enquanto as áreas de Caatinga rala e solo exposto cresceram. Também foi possível constatar que as áreas mais antropizadas, sobretudo aquelas adjacentes aos principais rios, foram as mais afetadas, o que

evidencia o aspecto socioeconômico como impactante na degradação ambiental da Caatinga, tendo em vista ser secular a ocupação das margens dos rios pelo ser humano.

No âmbito do município objeto deste estudo, o uso da vegetação como fonte de renda e meio de sobrevivência para homens e rebanhos tem imposto ao ambiente uma exploração insustentável. Os resultados obtidos embasam a certeza de que é premente a necessidade de ações que primem pela sustentabilidade, venham estas dos governos ou da sociedade organizada.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Secretaria de Desenvolvimento Territorial - SDT/MDA. **Estudo Propositivo para Dinamização Econômica do Território do Cariri** (Versão Preliminar), 2005.

BRASIL, Senado Federal. **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal; Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, J. 1996, **SPRING**: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computer & Graphics*, v.20, n.3, p.395-403.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; 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.

FRANCA-ROCHA, W.; SILVA, A. B.; NOLASCO, M. C.; LOBÃO, J.; BRITTO, D.; CHAVES, J. M.; ROCHA, C.C. Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. **Anais...**, Florianópolis, 2007, INPE, p. 2629-2636.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem da população - 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em Mar/2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Downloads de imagens de satélite. São José dos Campos – SP, 2008. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br>>. Acesso Mar/2008.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. e LACHER JR., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Revista Megadiversidade**, v.1, n.1, 2005.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

SILVA, M. M.; ANDRADE-LIMA, D. M. **Sertão Norte**: área do sistema Gado-algodão. Recife: SUDENE, 1982.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em Geologia. **Revista Notícias Geomorfológicas**, v.16, n.32, p.71-104, 1976.

SUDENE (1972), Cartas topográficas na escala 1:100.000: Juazeirinho (SB.24-Z-D-II); Boqueirão (SB.24-Z-D-III); Sumé (SB.24-Z-D-V). Disponível em <<http://www.pb.gov.br/sudema>>. Acesso: Fev/2008.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. **Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982.

VILAR, F. C. R. **Impactos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sobre estrato herbáceo da Caatinga: florística, fitossociologia e citogenética**. 2006. 94f. Tese (Doutorado) Areia, PB, UFPB, 2006.