

## **ESTUDO DA EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-PB, UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO**

*Ridelson Farias de Sousa*

Doutor em Engenharia Agrícola (Pesquisador Prod/CAPEs) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG– Campina Grande-PB. CEP.: 58.109.970. ridelsonfarias@yahoo.com.br

*Marx Prestes Barbosa*

Professor Doutor da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEA – Universidade Federal de Campina Grande - UFCG– Campina Grande-PB. CEP.: 58.109.970. marx@deag.ufcg.edu.br

*Severino Pereira de Sousa Júnior*

Doutor em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG– Campina Grande-PB. CEP.: 58.109.970. severo-ita@bol.com.br

*Aparecida Rodrigues Nery*

Mestranda em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG– Campina Grande-PB. CEP.: 58.109.970. cydanery@gmail.com

*Antônio Nustenil de Lima*

Escola Agrotécnica Federal do Crato – Ceará. Rod. CE 292, Sítio Almécegas, Km 05, s/n, Crato – CE. Tel.: (088) 3523 2098. E-mail: nustenil@gmail.com

**Resumo** – A área de estudo compreende o limite territorial do município de Boa Vista, 446,30 km<sup>2</sup>, situado na microrregião homogênea Cariris Velhos, região semi-árida do Estado de Paraíba. O presente trabalho teve como objetivo a elaboração de mapas temáticos da evolução espaço-temporal das classes de cobertura vegetal, período 1987/2004, do município de Boa Vista utilizando imagens digitais do satélite TM/LANDSAT-5 e as técnicas de fotointerpretação e de processamento digital de imagens, disponíveis no software SPRING v. 4.2, além de trabalho de campo. Os mapas foram elaborados utilizando-se o método de classificação supervisionada de imagens segmentadas e editados no módulo SCARTA. Os resultados indicaram que a classe de cobertura vegetal mais conservada, densa a semidensa, sofreu redução de 13,93% entre 1987 e 2004; neste período o percentual de áreas com a classe semidensa a semi-rala ficou praticamente estável, diminuindo apenas 0,87%; por outro lado, as classes de cobertura mais críticas (semi-rala a rala e rala + solo exposto) aumentaram 9,02% e 5,73%, respectivamente. Esses resultados estão relacionados com o elevado uso das terras pela pecuária extensiva, como também pela falta de renda da população rural que sem opção utilizam a vegetação na forma de lenha.

**Palavras chave:** Landsat-5; imagens digitais, cobertura vegetal, semi-árido

## **STUDY OF THE VEGETAL COVERING SPACE-TIME EVOLUTION OF THE BOA VISTA-PB MUNICIPALITY, USING GEOPROCESSING**

**Abstract** – The study area involves the territory limit of the Boa Vista municipality, 446.30 km<sup>2</sup>, situated in the Cariris Velhos homogeneous micro region, semi-arid region of the Paraíba State. The present work had as objective the elaboration of thematic maps of the space-time evolution of vegetal covering classes, period 1987/2004, of the Boa Vista municipality using TM/LANDSAT-5 satellite's digital images and photo interpretation techniques and images digital processing, available in the SPRING v. 4.2 software, beyond field work. The maps were elaboration be using the segment images supervised classification method and edited by SCARTA module. The results had indicated that the covering vegetal class most conserving, dense to semi dense, suffered reduction of 13.93% between 1987 and 2004; in this period the percent of areas with semi-dense to semi-sparse class was practically steady, diminishing only 0.87%; besides, the more critical covering class (semi-sparse to sparse and sparse + exposed soil) had increased 9.02% and 5.73%, respectively. These results are related with the raised use of lands for cattle the extensive one, as well as for the lack of income of the agricultural population that without option uses the vegetation in the firewood form.

**Key words:** Landsat-5; digital images; vegetal covering, semi-arid

## INTRODUÇÃO

A caatinga, ecossistema genuinamente brasileiro, se estende por todo domínio de clima semi-árido, representando 6,83% do território nacional, apresenta grande variedade de paisagens e riqueza biológica, no entanto encontra-se bastante alterada devido à substituição de espécies vegetais nativas por cultivos e pastagens. Estima-se que, aproximadamente 80% dos seus ecossistemas naturais já tenham sido antropizados (PAES SILVA, 2000).

O cariri paraibano é uma das regiões do Nordeste onde a semi-aridez é mais severa e possui como habitat mais expressivo a caatinga aberta. É uma área considerada por Sampaio et al. (2000) de extrema importância ecológica, sendo de alta riqueza de espécies, alto grau de fragilidade e pressão antrópica, necessitando de planos de proteção ambiental, restauração e investigações científicas.

As técnicas e metodologias de processamento dos produtos digitais de sensoriamento remoto têm evoluído, ampliando sua capacidade de utilização e aplicabilidade, sempre no sentido de se racionalizar as soluções e custos dos projetos, apresentando-se como importantes ferramentas na detecção de danos ambientais, monitoramento de impactos e planejamento da exploração dos recursos naturais (ORTIZ e FREITAS, 2005). Essas técnicas aliadas aos sistemas de informação geográfica permitem identificar as características dos agentes modificadores do espaço, reconhecer e mapear, além de estimar a extensão e a intensidade das alterações provocadas pelo homem, contribuindo para o monitoramento presente e futuro dos fenômenos analisados (GOMES, 1995).

Nesse contexto, o geoprocessamento, que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o

tratamento de informações geográficas, têm influência de maneira crescente na análise dos recursos naturais, e apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento é adquirido localmente (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

Vale salientar que as geotecnologias permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes (sensoriamento remoto, cartografia, trabalho de campo etc.). Além do mais, fazendo uso da fotointerpretação, esses softwares 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 dando como resultado a criação de bancos de dados georreferenciados extremamente confiáveis (SOUSA, 2007).

Diante do exposto, o trabalho objetivou elaborar mapas temáticos que retratem a evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Boa Vista para o período de 1987 a 2004, por meio de análise de imagens orbitais obtidas em diferentes datas de passagem do satélite TM/Landsat-5.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Município de Boa Vista, com uma área de 446,30 km<sup>2</sup>, está localizado na microrregião Cariri Oriental, Estado da Paraíba, é delimitado pelas coordenadas 7°09'03,7" e 7°22'19,7" de latitude Sul e 36°05'25,6" e 36°22'22,8" de longitude Oeste (Figura 1). A altitude média de seu território é de aproximadamente 450 metros.



Figura 1. Localização da área de estudo

O clima é quente e seco com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos e estação seca prolongada, caracterizando-se por apresentar temperaturas médias anuais em torno de 24,5 °C e uma média pluviométrica de 400 mm/ano. A área é cortada por vários rios e riachos, todos de caráter intermitente.

A vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila. De acordo com o reconhecimento de campo realizado na área, as espécies mais encontradas são: marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret.), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), e catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul). Outras espécies nativas da região apresentam-se com poucos exemplares, como o angico (*Anadenanthera columbrina* Vell. Brenan) e a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). Já os cactos são bastante diversificados.

De acordo com Brasil (1972), EMBRAPA (1999) e trabalho de campo, são os seguintes os solos encontrados na área: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico, PLANOSSOLO NÁTRICO Sállico típico, NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico, Afloramentos de rochas e algumas manchas de NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico.

Para o estudo pesquisaram-se dados referentes ao clima, pluviometria, vegetação, caracterização dos solos, recursos hídricos entre outros importantes para o desenvolvimento do trabalho. Como suporte ao trabalho utilizou-se GPS (Sistema de Posicionamento Global) Garmin-Geko 101, o SPRING versão 4.2

(Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), Cartas planialtimétricas da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) e imagens orbitais multiespectrais (todas as bandas do TM/Landsat-5) datadas de 9 de maio de 1987 (período chuvoso) e 17 de dezembro de 2004 (período seco) e 29 de julho de 2005 (período chuvoso), referentes à órbita 215, ponto 65, que após processadas no SPRING e fotointerpretadas de acordo com as características espectrais dos principais alvos (solo, água e vegetação), do relevo, da drenagem e das formas geométricas de uso do solo foram classificadas para os dois períodos em estudo, 1987 e 2004, utilizando-se a classificação supervisionada de imagens segmentadas. Como as imagens de 2005 apresentavam muita cobertura por nuvens, elas foram utilizadas somente na composição multiespectral ajustada (apenas para ter um panorama geral da vegetação no período seco e chuvoso) e na fotointerpretação. O trabalho de campo serviu para validar os dados obtidos na fotointerpretação e para fazer uma descrição detalhada da paisagem, no período seco e chuvoso, para que pontos com vegetação rala não se confundam com áreas de vegetação mais densa, quando for classificar, quantitativamente, e convalidar as informações mostradas no processamento digital das imagens. Todos os pontos visitados no campo foram georreferenciados e registrados fotograficamente.

No processamento digital das imagens foram usadas as técnicas de realce de contraste, a operação

aritmética - IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e a composição multiespectral ajustada - banda 4 (R), IVDN (G) e banda 1 (B). Também se utilizou a segmentação da imagem e posterior classificação em regiões homólogas de classes de cobertura vegetal por meio do classificador *bhattacharya*. Para isso, a metodologia definiu quatro classes de cobertura vegetal: densa a semidensa, semidensa a semi-rala, semi-rala a rala e rala + solo exposto. O resultado obtido pela classificação no SPRING foi editado com base em conhecimentos de campo e os mapas temáticos da cobertura vegetal foram gerados no módulo SCARTA – Software de Produção Cartográfica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os trabalhos de campo, a área de estudo se destaca pela presença da formação vegetal caatinga arbustiva, densa ou aberta, que perde sua folhagem no período de estiagem, tornando a recuperação e a florescer no período chuvoso. Desta forma, é característica própria da caatinga mudar a paisagem cinza do período seco para um verde exuberante na época das chuvas; assim, na interpretação das imagens, oriundas do tratamento digital do SPRING, foi levado em consideração o período em que as mesmas foram obtidas.

O avanço espaço-temporal da redução ou recuperação da cobertura vegetal das terras do município de Boa Vista pôde ser analisado por meio dos índices de vegetação das composições multiespectrais ajustadas para os anos de 1987, 2004 e 2005 (Figuras 2-A, B e C).

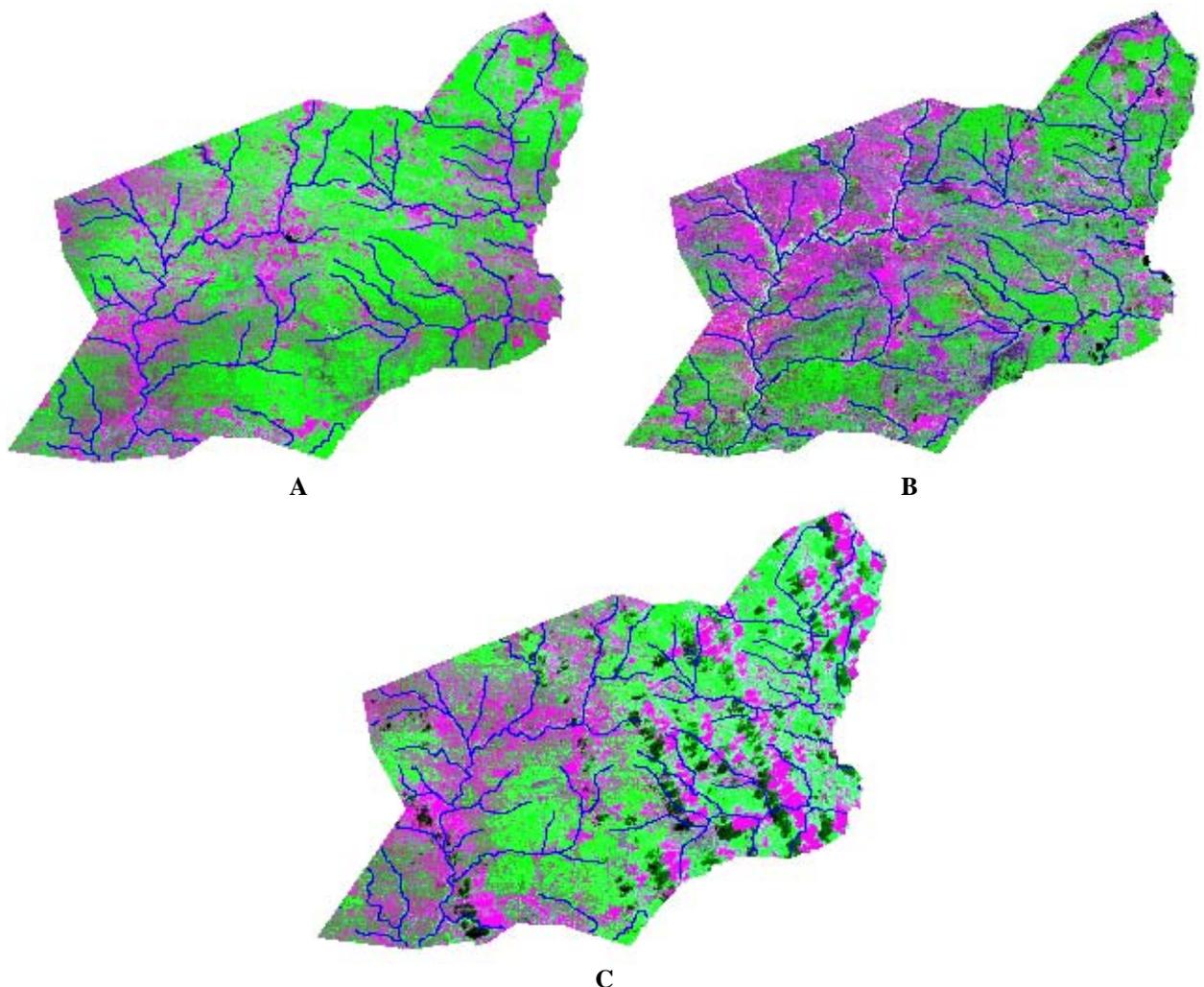


Figura 2. Composições multiespectrais ajustadas RGB para os anos de 1987 (A), 2004 (B) e 2005 (C), para o município de Boa Vista

Na Figura 2, as áreas com baixos índices de vegetação, ou seja, com solo exposto mais vegetação rala, são identificadas pela cor ciano e/ou magenta; já as áreas onde predomina uma vegetação mais densa (maior nível de preservação das espécies nativas) apresentam-se em tons esverdeados, sendo essas tonalidades mais claras onde a vegetação está mais conservada e isenta de estresse hídrico, e mais escuras quando antropizada e/ou com déficit hídrico. É por este motivo que aquelas imagens adquiridas no período chuvoso se apresentam com uma tonalidade mais brilhosa. Neste sentido, por meio de comparações entre composições multiespectrais ajustadas, adquiridas em anos diferentes, foi possível diferenciar o comportamento da cobertura vegetal.

Outro ponto que se deve considerar, ao analisar as composições multiespectrais ajustadas, é a cobertura por nuvens que obstrui o imageamento da superfície da terra, conforme pode ser notado na Figura 2-C.

Ainda de acordo com trabalhos de campo, as mudanças dos índices de vegetação, identificadas ao longo do período estudado, podem ser atribuídas às práticas de utilização das terras sem manejo racional, pois no município de Boa Vista, como na maioria das áreas do semi-árido, predominou o binômio gado-algodão. Este sistema produtivo, de acordo com Sousa (2007), no início se desenvolveu em conjunto, pois dentro de uma determinada unidade produtora se localizavam os plantios de algodão em áreas que, após a colheita, eram usadas pelo gado; então duas atividades ocuparam os mesmos espaços, 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. Além do mais, devido aos baixos volumes pluviométricos, os fatores climáticos afetaram consideravelmente o sistema agrícola; assim a atividade pastoril foi mais difundida, sendo a atividade algodoeira apenas complementar, proporcionando, deste modo, além do lucro obtido com a produção da cultura, a garantia da sobrevivência dos rebanhos. Outrossim, a proximidade com o litoral possibilitou sua colonização em uma época mais remota. Nesse sentido, a estrutura fundiária, mais concentrada constituiu, ao lado do sistema a ela condicionado, um poderoso sustentáculo da atividade pastoril no Cariri paraibano. O que, também, se fez necessário derrubar a mata nativa para implantar pastos.

Vale salientar que, no caso particular do município pesquisado, espécies como cumaru, pau d'arco, aroeira e outras consideradas nobres, devido, sobretudo ao seu valor comercial, foram praticamente

extintas; hoje, são pouquíssimos os exemplares remanescentes, o que agravou mais ainda a sustentabilidade do meio ambiente. Muitas espécies da fauna que dependiam da referida vegetação também estão em extinção; outras, como as abelhas nativas, não são mais encontradas na região. Por outro lado, a presença de juremas, marmeleiros e cactos, espécies que se desenvolvem após a retirada da vegetação nativa, caracterizam a paisagem do município, porém com níveis de degradação ora mais baixos (moderados), ora mais graves (severos).

Apesar da supressão da vegetação estar presente em toda a área pesquisada, em alguns pontos isolados é possível identificar espécies mais desenvolvidas e com porte mais arbóreo. Esses exemplares são encontrados, sobretudo nas áreas em que o acesso é mais difícil, principalmente nas serras (Figura 3-A). Por outro lado, nas áreas de relevo mais plano (baixios) se encontram pouquíssimas árvores, sendo as predominantes aquelas que um dia foram protetoras dos cursos d'água (Figura 3-B), como os juazeiros (*Zizyphus joazeiro* Mart.), oiticicas (*Licania rígida* Benth), craibeiras (*Tabebuia áurea*) etc.

Outro fator importante, também verificado ao longo dos rios, é a retirada da vegetação ciliar que deu lugar à plantação de forragens, algarobas e ao desenvolvimento de grandes áreas de solos expostos (Figura 4-A). O problema foi intensificado pela constante mecanização dos solos durante o período de inverno para implantação de agricultura de autoconsumo, sendo esta desenvolvida sem práticas de conservação e sem acompanhamento técnico, agravando a sustentabilidade dos solos agrícolas e dos recursos hídricos, principalmente pela erosão (Figura 4-B).

Nas Figuras 5 e 6 estão espacializadas as classes de cobertura vegetal do município de Boa Vista para os anos de 1987 e 2004, respectivamente, cujos resultados indicam que houve redução na classe de cobertura mais conservada, vegetação densa a semidensa, pois esta representava 43,43% da área total em 1987, passou a quantificar 29,51% em 2004; já o percentual de áreas com a classe semidensa a semi-rala ficou praticamente estável durante este período. As classes de cobertura mais críticas (semi-rala a rala e rala + solo exposto) também aumentaram, pois a primeira, que era 26,80% em 1987, passou a ser 35,82% em 2004 e a segunda aumentou de 11,46% para 17,19%.



(A) – 7°23'14,8"S e 36°18'04,9"W. Foto: (Sousa, Jan/2003)



(B) – 7°11'50,7"S e 36° 12' 52,5"W. Foto: (Sousa, mai/2002)

Figura 3. Vegetação densa a semi densa em área de relevo forte ondulado (A) e exemplar arbóreo de craibeira na margem do riacho Boa Vista (B), município de Boa Vista



(A) – 7°16'39,3"S e 36°14'36,7"W. Foto: (Sousa, Jan/2003)



(B) – 7°15'49,7"S e 36°20'02,0"W. Foto: (Sousa, Abr/2004)

Figura 4. Algarobas em área de solo exposto (A) e vegetação rala + solo exposto com erosão laminar e por sulcos (B), município de Boa Vista

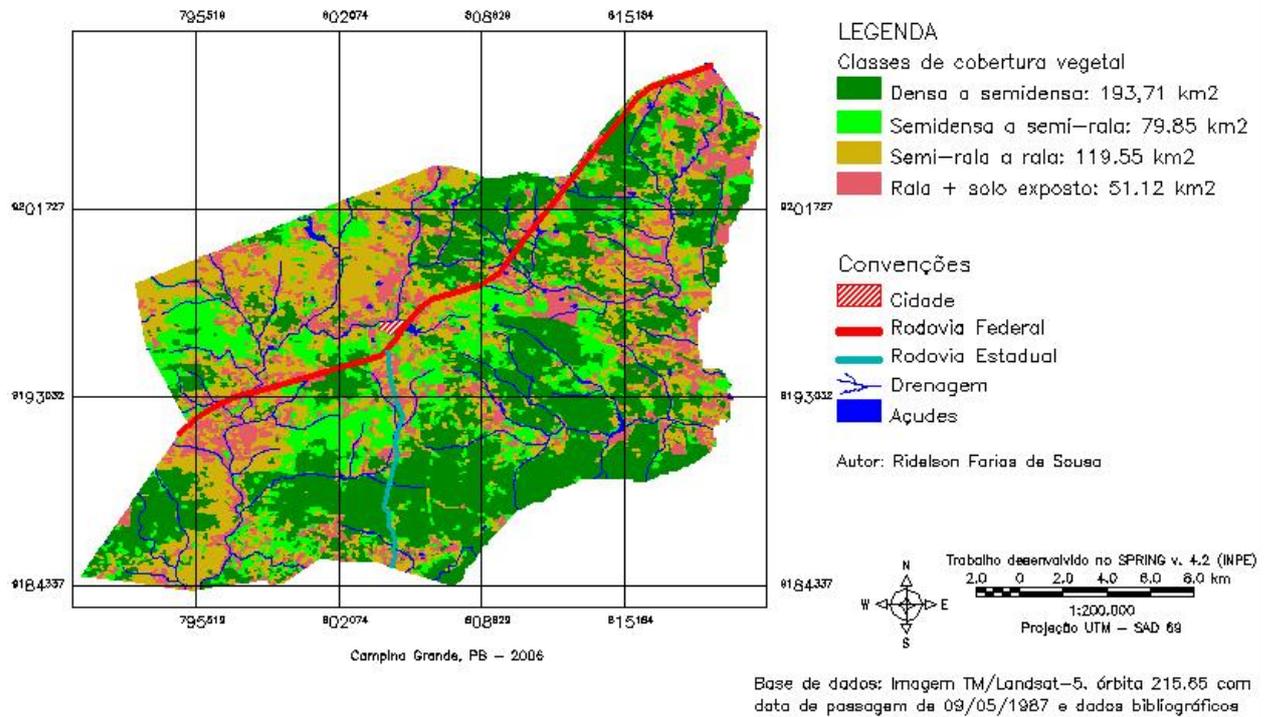


Figura 5. Classes de Cobertura vegetal do município de Boa Vista – 1987

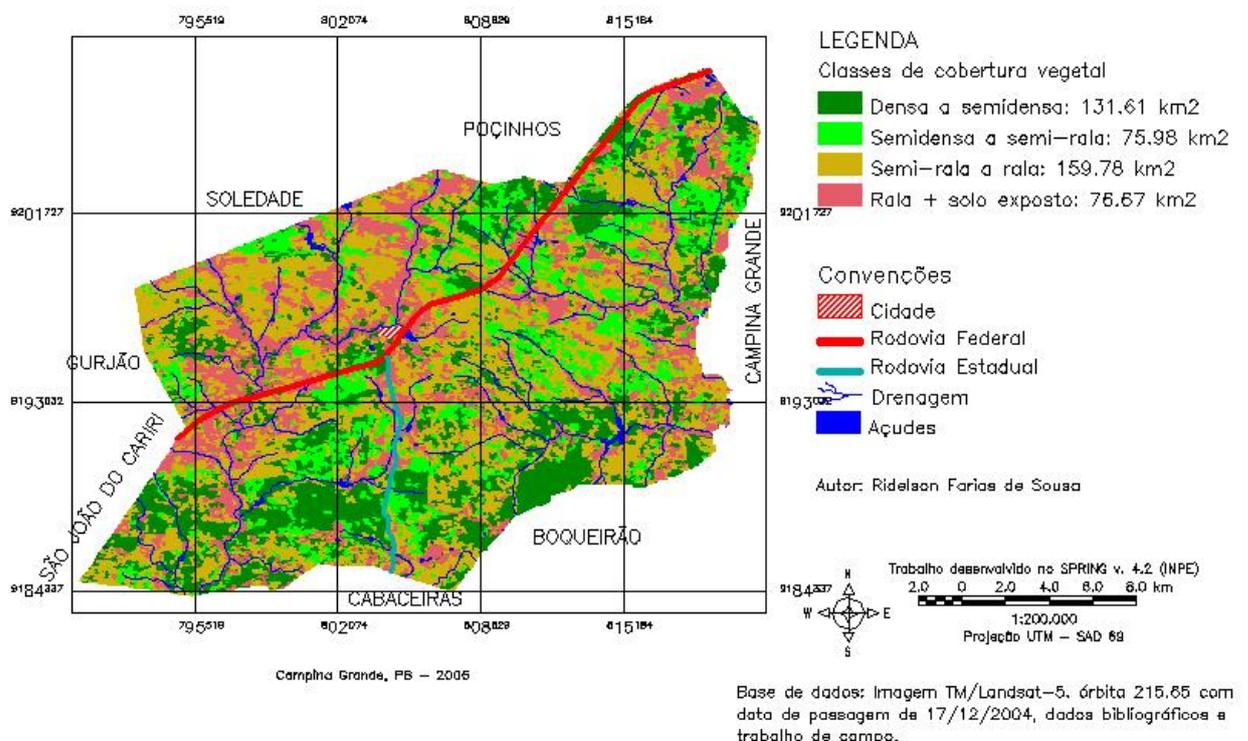


Figura 6. Classes de Cobertura vegetal do município de Boa Vista – 2004

A vegetação foi suprimida indiscriminadamente, pois os resultados indicaram um crescimento desordenado das áreas de vegetação semi-rala a rala e rala + solo exposto (Figuras 5 e 6), caracterizado principalmente pela

formação de pastagem para exploração da pecuária ou aumentada pelos rebanhos que excedem a capacidade da caatinga, e que ainda se fazem presentes na maior parte

do município, agravando ainda mais o atual quadro da cobertura vegetal.

Parte da retirada da cobertura vegetal se deve ao sistema adotado desde a colonização, que se baseou na exploração dos recursos naturais, em particular das matas, que eram anualmente desmatadas para o plantio de algodão. Outra parte é consequência da crise do município em períodos de estiagens e da falta de renda provenientes das lavouras, atividade que hoje praticamente não se explora, sendo os desmatamentos para venda de lenha e fabricação de carvão as únicas fontes de renda da população rural.

Do total desmatado, ao longo do período em estudo, uma parte, porém, bem pequena em áreas pontuais, é atribuída à exploração da bentonita, pois, mesmo Boa Vista sendo o maior produtor nacional da argila (SOUSA, 2007), e nos últimos anos a exploração ter se intensificado, a área explorada, aproximadamente 20 ha, é pouco expressiva se se levar em consideração a extensão do município. Por outro lado, as estiagens cíclicas e aquelas causadas pelo El Niño, como o de 1997/1998, obrigaram a população a aumentar a exploração da vegetação na forma de lenha, estacas etc. Os resultados também revelam que houve maior intensidade de uso da vegetação na parte central para o sul do município e, principalmente, ao longo dos rios e rodovias.

## CONCLUSÕES

A metodologia adotada mostrou-se eficiente, pois a utilização de imagens orbitais Landsat-5 combinadas com técnicas de geoprocessamento e trabalhos de campo disponibilizaram resultados bastante confiáveis.

O município apresentou-se bastante desmatamento com extensões preocupantes de manchas de solo exposto que se mostraram presentes em toda área. Além do mais, esses solos continuam sendo usados pela pecuária extensiva, principalmente a caprino e ovinocultura, atividades de maior potencial para o município, por oferecer maior adaptabilidade às condições ambientais.

A cobertura vegetal foi reduzida no município de Boa Vista ao longo no período de 1987 a 2004. As classes de cobertura densa a semidensa e semidensa a semi-rala foram reduzidas 13,93% e 0,87%, respectivamente; já as classes mais comprometidas, semi-rala a rala e rala + solo exposto, tiveram acréscimos de 9,02% e 5,73% ao longo do período de 1987 a 2004.

A retirada da cobertura vegetal associada à falta de técnicas conservacionistas de manejo dos solos diminuiu os níveis de fertilidade, sendo fator determinante para o êxodo rural.

Parte da cobertura vegetal vem sendo explorada de forma irracional, dando suporte aos rebanhos bovino e ovino, o que tem conduzido algumas

áreas, principalmente aquelas mais exploradas, ao processo de desertificação, exigindo cuidados urgentes.

O elevado uso das terras pela pecuária extensiva e a retirada de lenha foram as atividades que provocaram mais conflitos socioeconômicos e ambientais na área do município de Boa Vista.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica – (CNPq), pelo apoio financeiro concedido durante o trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II** - Interpretação para Uso Agrícola dos Solos da Paraíba. M.A./CONTAP /USAID/BRASIL. (Boletim DPFS. EPE-MA, 15 - Pedologia, 8). Rio de Janeiro. 1972. 683p.

CÂMARA, G. MEDEIROS, J. S. de. **Princípios Básicos em Geoprocessamento**. In: Sistemas de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura / Editado por Eduardo Delgado Assad; Edson Eyji Sano – 2 ed., e ampl.- Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. xxviii, 434p. il.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. xxvi, 412p. il. CDD 631.44.

GOMES, A. R. **Projeção de crescimento urbano utilizando imagens de satélite**. Rio Claro, 1995. 89p. Monografia (Trabalho de Formatura em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

ORTIZ, J. L.; FREITAS, M. I. C. de. **Mapeamento do uso da terra, vegetação e impactos ambientais por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 24, n. 1, p. 91-104, 2005.

PAES SILVA, A. P. **Cobertura vegetal da bacia do açude namorado no cariri paraibano.** 2002. 170p.: il. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias. Areia, 2002.

SAMPAIO, E., RODAL. M. J. **Fitofisionomias da caatinga.** 2000. Documento para discussão no GT Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga. Petrolina, PE. 2000.

SOUSA, R. F. de. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano.** 2007. 180p.: il. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2007.