

Análise espaço-temporal do uso do solo em torno dos principais rios do município de Boa Vista, semi-árido paraibano/Brasil

Alzira Gabrielle Soares Saraiva¹
Ayobami Iwa Zenabu Badiru¹
Anna Raquel Dionísio Ramos¹
Ridelson Farias de Sousa²
Ermano Cavalcante Falcão²

¹ Graduadas no Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.
Av. 1º de Maio, 720. CEP 58.015-430. Jaguaribe, João Pessoa – PB, Brasil.
saxzira@yahoo.com.br; ayo.badiru@hotmail.com; kaquelzinharamos@gmail.com

² Professores do Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.
Av. 1º de Maio, 720. CEP 58.015-430. Jaguaribe, João Pessoa – PB, Brasil.
ridelsonfarias@yahoo.com.br; ermanofalcao@gmail.com

Abstract. The Brazilian municipality of Boa Vista located in the State of Paraíba, has suffered with the intensive use of their land in agricultural activities and livestock last years, which has originated a process of degradation, specially because of the practice of burning and deforestation of the native vegetation in the northeastern semi-arid. Not planned antropogenic activities has damaging both human life both the sustainability of the “caatinga” biome, deeply contributing in the process of desertification. This is closely linked to the fragility of water resources. The missing of vegetation around the rivers brings land erosion and siltation of water bodies. Therefore, this work aimed to study the dynamic of land use in the municipality of Boa Vista, located in the Brazilian northeastern semi-arid, between 1990 and 2007, beyond to generate thematic maps of land use through its main rivers. This work used orbital products, Digital Imaging Techniques and step description on the spot that enabled a multi-temporal analysis of land use. Through classification function, it was possible to identify the reduction of dense vegetation, in the analyzed period, and a rise in others classes of land use. This research has evidenced that lands close to the rivers showed an intensive and growing use trough years, without respecting the Brazilian Forestry Code witch determines preservation of water resources and forest around it.

Keywords: remote sensing, image processing, anthropogenic activities, degradation, desertification, sensoriamento remoto, processamento de imagens, atividades antrópicas, degradação, desertificação.

1. Introdução

A atividade humana não planejada vem comprometendo a vida do homem e a sustentabilidade do bioma caatinga, contribuindo fortemente para o processo de desertificação, principalmente onde os solos apresentam condições físicas menos propícias à exploração.

A temática desertificação está intimamente ligada à fragilidade dos recursos hídricos, devido às condições climáticas adversas e às ações antrópicas que têm modificado as características de solo e vegetação do semi-árido brasileiro, o que interfere na conservação dos corpos d'água.

A ausência de vegetação em torno dos rios acarreta o aumento da turbidez dos corpos hídricos e no assoreamento desses, promovendo desequilíbrio nesses ecossistemas, ocasionando uma série de reflexos negativos.

De acordo com o código Florestal (Lei 4.771/65 de 15 de setembro de 1965), as áreas de preservação permanente (mata ciliar) têm função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Diante das características de clima, solo e vegetação das regiões semi-áridas, em especial do Estado da Paraíba, que é um dos mais afetados pelo processo de desertificação, faz-se

necessário o levantamento do uso da terra, pois torna-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de desenvolvimento e de organização do espaço, para que essas tendências possam ser analisadas.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto constitui-se em uma ferramenta útil, pois permite a obtenção de uma grande quantidade de informações a respeito de registros de uso da terra. Esta técnica permite 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). Para tanto, é necessário o uso de *software* de tratamento digital de imagens ou de Sistema de Informações Geográficas (SIG), que disponha de ferramentas para análises dos dados. No entanto, o segundo possibilita análises espaciais, o que permite uma melhor obtenção das informações, possibilitando qualificar e quantificar aquelas de interesse, consistindo em tomada de decisão mais rápida e eficiente.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo estudar a dinâmica no uso do solo no município de Boa Vista, semi-árido paraibano, entre os anos de 1990 e 2007, utilizando sensoriamento remoto e técnicas de tratamento digital de imagens. Busca-se de forma mais específica gerar os mapas temáticos de uso do solo ao longo dos principais rios deste município através da análise de proximidade (*Buffer*), verificando a existência de Áreas de Preservação Permanente (APP), tomando como base o Código Florestal (Lei 4.771/65 de 15 de setembro de 1965).

2. Metodologia

A área em estudo compreende o município de Boa Vista (Figura 1), situado na microrregião homogênea dos Cariris Velhos, semi-árido do Estado da Paraíba, com ênfase nos rios Boa Vista, a oeste, e São Pedro, a nordeste do município.

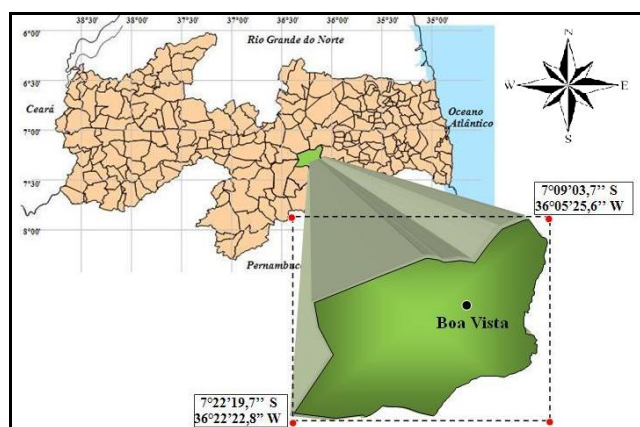


Figura 1. Localização da área em estudo.

Fonte: (SOUSA, 2007)

A economia do município está fortemente centrada na exploração da bentonita, um valioso mineral, com larga exportação, que é utilizado principalmente na perfuração de poços e como matéria-prima para confecção de diversos produtos, inclusive pela indústria de cosméticos. De acordo com Sousa (2007), o município de Boa Vista detém 60% das reservas de bentonita do estado da Paraíba. Nele, são encontradas as maiores jazidas da América Latina e uma das maiores do mundo. Ainda são extraídos no município, embora em menores proporções, o calcário e o granito bruto (SOARES, 2003).

O clima da região em estudo, segundo a classificação de Köpen, é do tipo Bsh' – semi-árido quente, com precipitações pluviométricas médias anuais baixas (em torno de 400 mm) e uma estação seca que pode atingir 11 meses. O que caracteriza o clima da região é a grande

irregularidade de seu regime pluviométrico, havendo anos de período chuvoso quase ausente (PARAÍBA, 1985). A temperatura média anual é em torno de 24,5 °C.

A vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila. Os recursos hídricos estão representados por rios intermitentes e por açudes que não permitem o abastecimento das populações, nem a manutenção de uma atividade agrícola e pecuária de modo permanente, e isso se deve a limitação da disponibilidade destes na região, pois a qualidade e a quantidade são agravadas pela alta evaporação e pelo assoreamento (SOUSA, 2007).

Os rios no município de Boa Vista-PB são predominantemente de pequeno porte, havendo alguns açudes de porte médio. De acordo com Falcão (2001), os principais cursos d'água são os rios Boa Vista, afluente do Rio Taperoá, e São Pedro.

O presente trabalho foi dividido em duas etapas: escritório e campo. Posterior a estas etapas, foram gerados os mapas de uso do solo a partir das imagens do período chuvoso.

Inicialmente, foi realizada a aquisição dos dados orbitais CCD/CBERS-2 e TM/LANDSAT-5, disponibilizados gratuitamente pelo INPE, através do catálogo de imagens (Quadro 1). Na fase de pré-processamento, criaram-se o banco de dados e o projeto (sistema UTM-SAD69) no SPRING para possibilitar a importação dos dados raster em uma categoria do tipo imagem.

Quadro 1. Imagens de satélite utilizadas

SATÉLITE	SENSOR	ÓRBITA/PONTO	DATA DE PASSAGEM	PERÍODO
LANDSAT-5	TM	215/65	18 de junho de 1990	Chuvoso
CBERS-2	CCD	147/108	6 de abril de 2007	Chuvoso

Todas as imagens foram georreferenciadas com base na carta de Boqueirão (SB-24-Z-D-III) na escala de 1:100.000, disponibilizada em Paraíba (2008).

Para encontrar mais facilmente as feições dos vetores da carta com as correspondentes na imagem, foi realizada a aplicação de contraste do tipo máximos e mínimos nas bandas 3 (R), 4 (G) e 2 (B), no CCD/CBERS-2; e para as imagens do TM/LANDSAT-5, nas bandas 5 (R), 4 (G) e 3 (B), visando obter melhor diferenciação entre os alvos (solo, água e vegetação).

Para identificar o limite do município, realizou-se a vetorização do perímetro do mesmo a partir da divisão política administrativa dos municípios pertencentes à carta de Boqueirão (PARAÍBA, 2008). O recorte das imagens foi feito com base no limite do município.

Anteriormente à visita de campo, foi feita uma classificação preliminar no *software* SPRING 4.3.3 das imagens do município, com o propósito de classificar os diversos tipos de uso das terras. Nesta fase, levaram-se em consideração, principalmente, as tonalidades de cinza das imagens e as cores das composições RGB para geração das cartas-imagem. Para o processo classificação, foram obtidas amostras na imagem, agrupando-as em classes que apresentavam níveis de cinza semelhantes, resultando na construção de um mapa temático preliminar do uso do solo, o qual serviu de base para a etapa de campo.

As visitas a campo foram realizadas em novembro/2008, período de estiagem, e agosto/2009, período chuvoso da região. Foram feitas observações a fim de caracterizar melhor a área em estudo. Nesta etapa, utilizou-se como base o mapa de classificação preliminar e a Carta-imagem da região (composição 3 (R), 4 (G) e 2 (B) do CCD/CBERS-2). Foram utilizados receptor GPS de navegação de marca Garmin, com finalidade de georreferenciar os pontos visitados; câmera digital para registro fotográfico; caderneta para anotações sobre o ambiente visitado. As coordenadas dos pontos foram descarregadas utilizando o *software* Track Maker versão 13.2.

Fundamentada nas observações e material coletado em campo, foi realizada uma nova classificação utilizando o classificador Maxver-Icm, visando fazer correções na pré-classificação e representar por meio de mapa temático o uso do solo no município de Boa Vista-PB.

Posteriormente à classificação foram gerados os mapas e realizada a edição matricial, a fim de atribuir aos pixels não classificados uma classe.

Foram feitas análises de proximidade com o propósito de quantificar as áreas mais preservadas ao longo dos principais rios do município. Para isso foram geradas informações, a partir da ferramenta *buffer*, ao longo dos vetores dos rios Boa Vista e São Pedro, nas distâncias de até 100, de 100 a 200 e de 200 a 300 metros. Essas distâncias foram utilizadas para melhor identificar o uso dos solos ao longo desses rios.

O código Florestal (Lei 4.771/65 de 15 de setembro de 1965) foi utilizado para conhecer os tipos de uso permitidos nas proximidades dos corpos hídricos. A legislação define as áreas de preservação permanente (mata ciliar) dos rios de acordo com sua largura. No entanto, estas distâncias não foram seguidas rigorosamente, devido à resolução espacial das imagens utilizadas nesse estudo.

Em seguida, realizou-se o cálculo das áreas das classes temáticas, em quilômetros quadrados.

3. Resultados e Discussão

As imagens do período chuvoso (Figuras 2) foram utilizadas para a realização da classificação e posteriormente o mapeamento. As imagens do período de estiagem não são utilizadas para estes fins, porque a vegetação de caatinga neste período apresenta-se com ausência de folhagens, com isto há uma grande confusão da resposta espectral do solo com a vegetação.

Na Figura 2 (à direita), é apresentada a Carta-imagem da área em estudo, mostrando os aspectos de drenagem, estradas e pontos visitados em campo, nos períodos de estiagem e chuvoso.

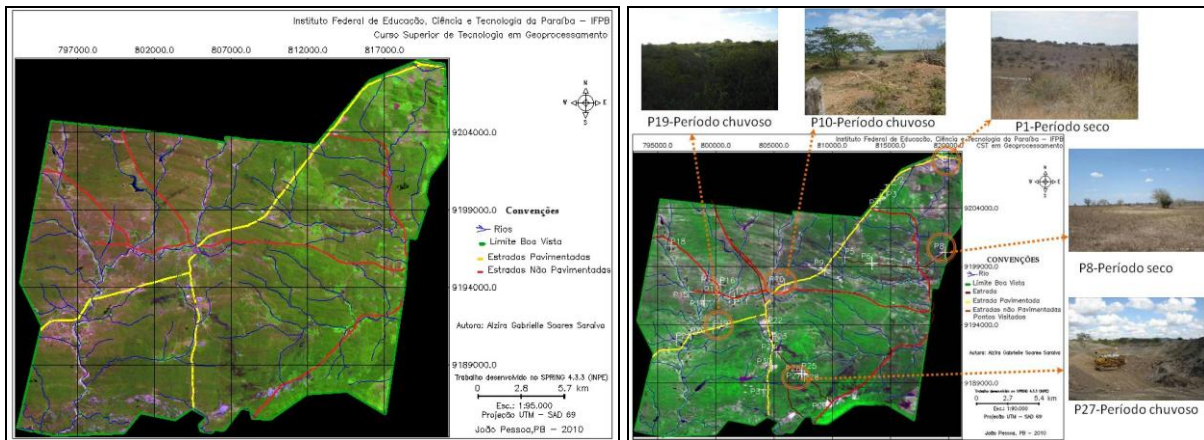


Figura 2. Carta-imagem com aplicação de contraste e composição nas bandas 5 (R), 4 (G) e 3 (B) do TM/LANDSAT 5 do ano de 1990 (à esquerda) e nas bandas 3 (R) , 4 (G) e 2 (B) do CCD/CBERS 2 do ano de 2007- E os pontos visitados em campo (à direita) - período chuvoso.

Após os dados coletados nas visitas de campo, foram gerados os mapas temáticos de uso do solo do município de Boa Vista-PB.

Verificou-se, através da função medidas de classe, que houve uma redução da vegetação densa, entre os anos de 1990 e 2007, de aproximadamente 20%. Já na vegetação semi-densa, houve um aumento de 7,05% e a vegetação rala + solo exposto, de 7,07%; o solo exposto correspondeu a um aumento de 1,89% do território. As áreas de mineração e/ou solo exposto aumentaram 3,98% e a malha urbana 0,01%, entre 1990 a 2007 (Figuras 3 e 4).

Segundo Saraiva (2010), a análise de tabulação cruzada, para o uso do solo, no período 1990/2007, constatou que houve aumento de áreas degradadas no município de Boa Vista-PB.

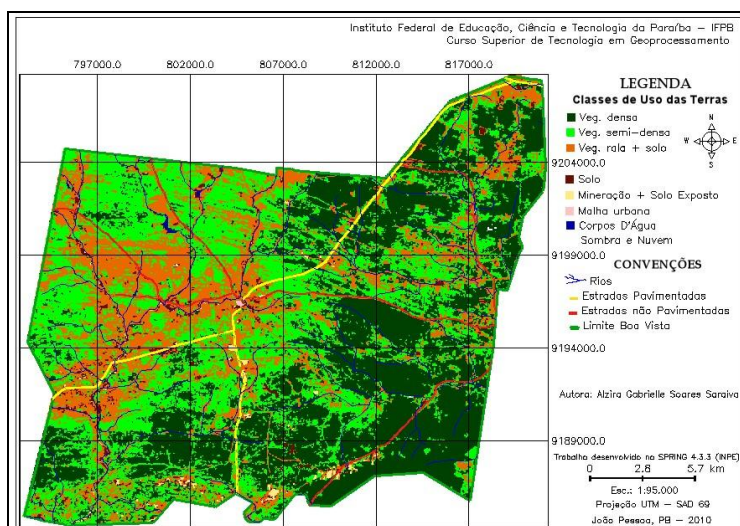


Figura 3. Mapa de uso das terras de 1990.

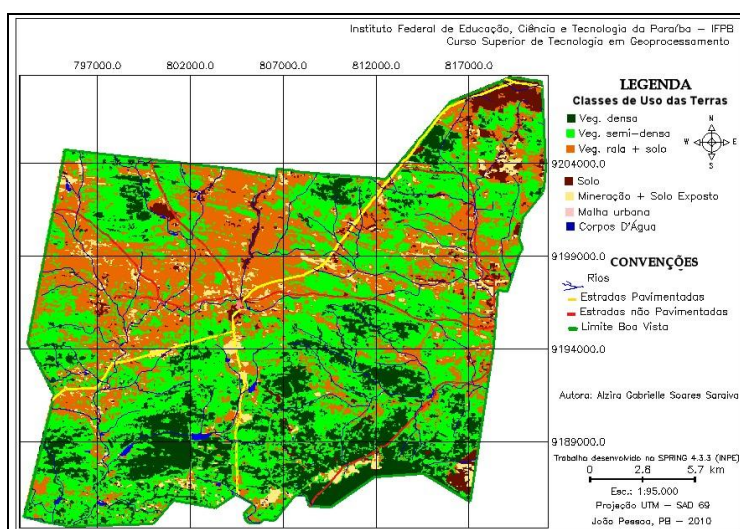


Figura 4. Mapa de uso da terra de 2007.

A ferramenta de análise de proximidade (*buffers*) utilizada ao longo de faixas de até 100m, de 100 a 200m e de 200 a 300m permitiu identificar a situação das áreas em torno dos principais rios do município.

A geração dos *buffers* ao longo dos rios Boa Vista e São Pedro e o cruzamento destes com os mapas de uso das terras de 1990 e 2007, permitiu que fossem verificados os tipos de uso próximos aos rios e a degradação das áreas de preservação permanente ao longo de 17 anos, quantificados pelas medidas de classes. As Figuras 5 e 6 mostram as classes de uso, ao longo do rio Boa Vista.

De acordo com as informações geradas, o uso das terras que predominou no ano de 1990, em torno do rio Boa Vista (largura de 300m) foi a vegetação rala + solo exposto. Já no ano de 2007 é notável uma mudança da vegetação rala + solo exposto pela vegetação semi-densa.

Na Figura 7 (A e B), pode-se verificar que, tanto em 1990 quanto em 2007, a vegetação densa é pouco representativa, havendo uma predominância da vegetação rala + solo exposto. Para o ano de 1990, as classes que ocorreram em maior proporção nas distâncias adotadas pela metodologia foram, nos 100 primeiros metros, vegetação rala + solo exposto, e entre 200 e 300 metros predominou a vegetação semi-densa. Já em 2007, nos 100 metros ao longo do rio, a classe predominante foi a vegetação semi-densa e entre 200 e 300 metros vegetação rala + solo exposto. Os resultados revelam que, ao longo do período em análise, houve uma

recuperação das referidas áreas, próximas aos rios, e à medida que houve um distanciamento desses, ocorreu um maior comprometimento das terras.

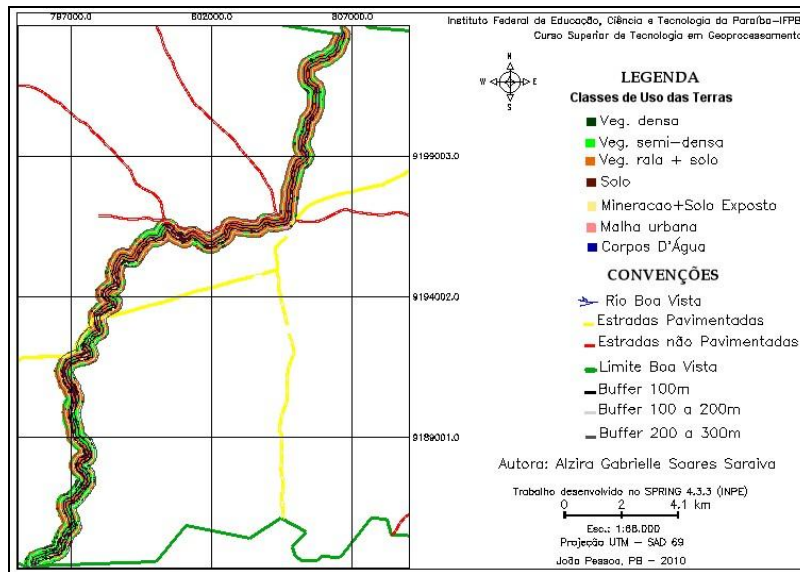


Figura 5. Rio Boa Vista e o uso das terras em 1990-(buffers de 100, 100 a 200 e 200 a 300 metros).

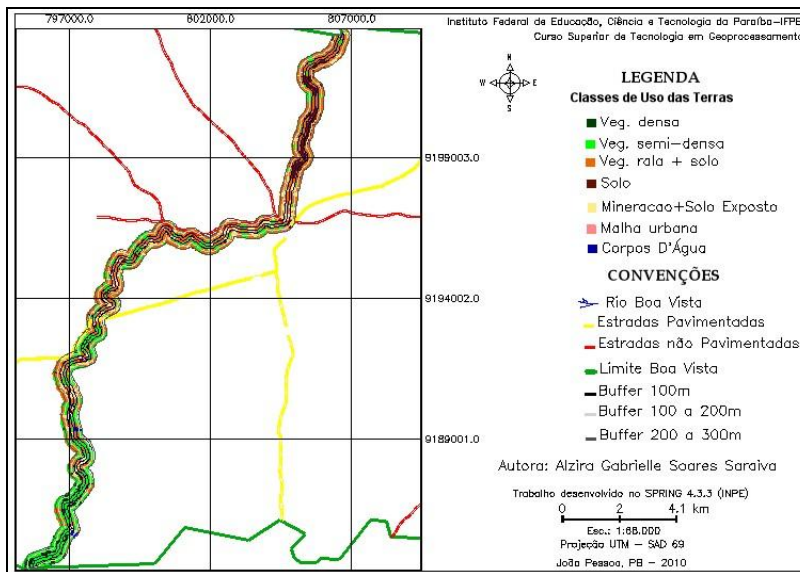


Figura 6. Rio Boa Vista e o uso das terras em 1990-(buffers de 100, 100 a 200 e 200 a 300 metros).

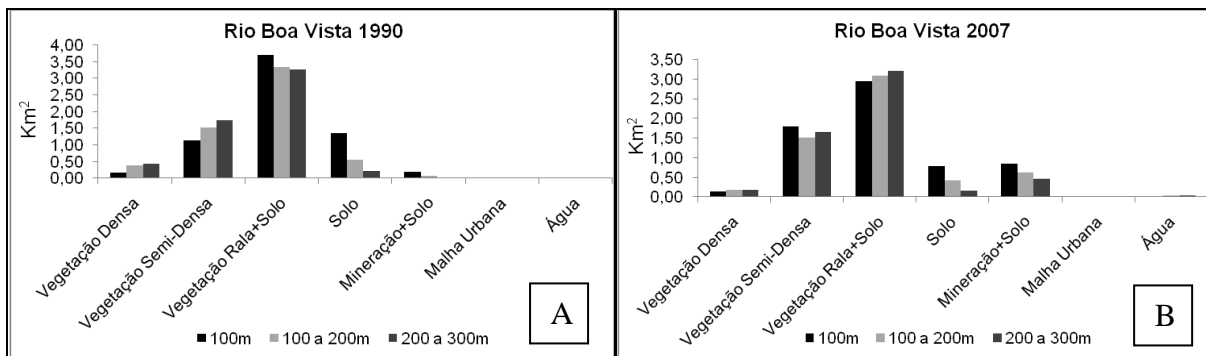


Figura 7. Buffer de 100, 100 a 200 e 200 a 300 metros, gerados a partir do rio Boa Vista, ano de 1990 (A) e 2007 (B).

As Figuras 8 e 9 mostram as classes de uso, ao longo do rio São Pedro, que ocorrem nas faixas definidas na metodologia.

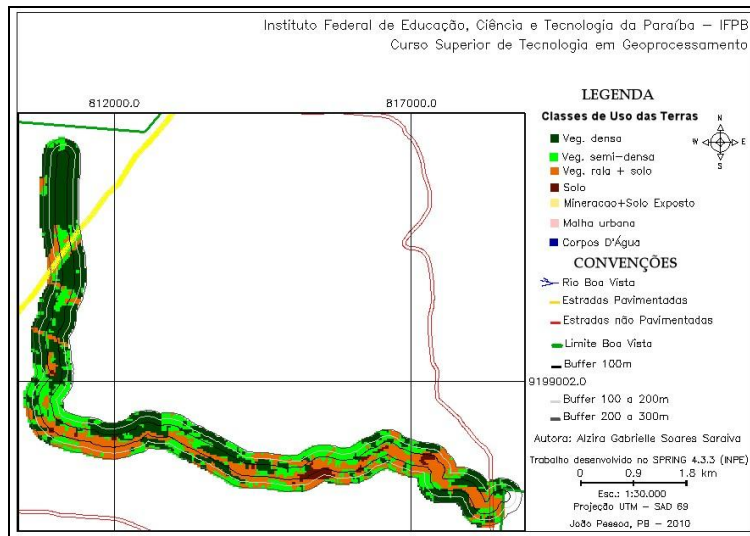


Figura 8. Rio São Pedro e o uso das terras em 1990-(buffers de 100, 100 a 200 e 200 a 300 metros).

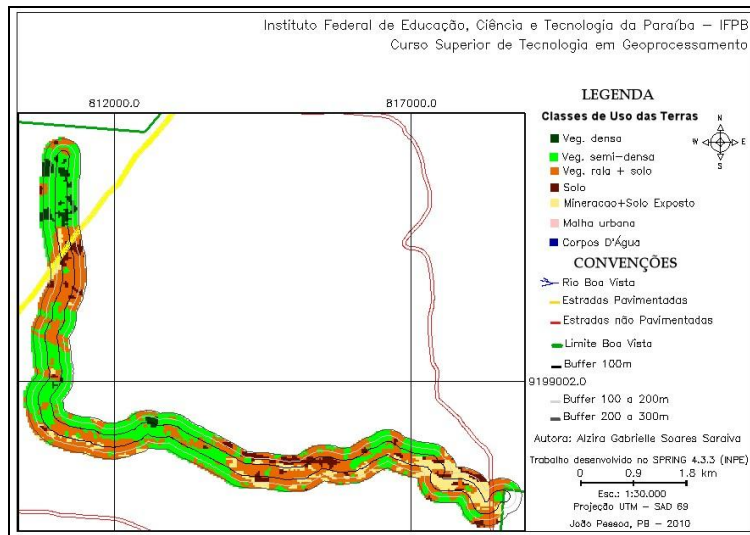


Figura 9. Rio São Pedro e o uso das terras em 2007-(buffers de 100, 100 a 200 e 200 a 300 metros).

O rio São Pedro apresentou, em 1990, vegetação densa em maior predominância ao longo de seu curso, seguida de vegetação semi-densa e rala + solo exposto. No entanto, com o passar dos anos, as áreas de vegetação densa foram drasticamente reduzidas, dando lugar a uma vegetação aberta e solo exposto, conforme se observa na Figura 10 (A e B).

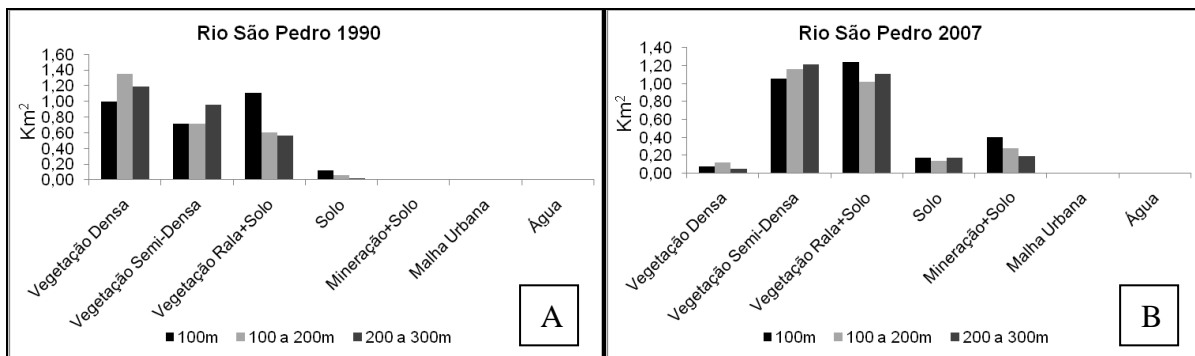


Figura 10. *Buffer* de 100, 100 a 200 e 200 a 300 metros, gerados a partir do rio São Pedro, ano de 1990 (A) e 2007 (B).

4. Conclusões

O uso de imagens orbitais e técnicas de tratamento digital possibilitaram um estudo multitemporal do uso destinado às terras no município de Boa Vista-PB. E as visitas a campo uma melhor interpretação das mesmas.

A análise, feita ao longo dos rios Boa Vista e São Pedro, revelou que o primeiro apresentava, em 1990, uma maior deterioração das terras; e que em 2007 houve uma recuperação. Já as terras próximas ao rio São Pedro apresentaram, em 1990, nas áreas de preservação permanente, presença de vegetação densa, sofrendo uma redução drástica deste tipo de vegetação em 2007, dando lugar aos demais tipos de uso.

As áreas próximas aos rios apresentaram intensos usos, não havendo respeito ao Código Florestal (Lei 4.771/65 de 15 de setembro de 1965), que determina a conservação da mata ciliar para que assim os rios possam ser preservados.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – (PIBITI/CNPq), pelo apoio fornecido no desenvolvimento desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

BRASIL. CÓDIGO FLORESTAL. Lei 4.771/65 de 15 de setembro de 1965. 14p.

FALCÃO, E. C. **Uso do Geoprocessamento na Avaliação de Potencialidades Hídricas Subterrâneas - Boa Vista (PB): Um estudo de caso.** 2001. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande-PB. 2001.

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

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Satélite Sino Brasileiro de Recursos Terrestres.** Disponível em: < <http://www.cbets.inpe.br/> >. Acesso: Agosto de 2009.

PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Disponível em <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoport/cad.html>> Acesso em 11 de agosto de 2008.

PARAÍBA. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba.** Secretária da Educação- Governo do Estado da Paraíba. UFPB. *Grafset* – p.100, 1985. João Pessoa.

SARAIVA, A. G. S. **Análise multitemporal do uso do solo e dos níveis de degradação das terras no município de Boa Vista-PB utilizando dados de sensoriamento remoto e SIG.** 2010. 98p. Monografia (Graduação em Geoprocessamento). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba- IFPB, João Pessoa-PB. 2010.

SILVA, J. M. C. da.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação.** 2003. 382p. Brasília- DF: Ministério do Meio Ambiente. 2003.

SOARES, F. de A O. **Boa Vista de Sancta Roza: de fazenda à municipalidade.** Campina Grande: Eprgraf – Eq. Editorial e Serv. Gráficos Ltda 2003. 500p. il.

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 - UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande-PB. 2007.