

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS**J. L. G. Gonçalves¹, P. R. M. Francisco², E. N. de L. Vieira¹**¹Departamento de Mineração, Campus Campina Grande - Instituto Federal da Paraíba – IFPB.E-mail: jggoncalves@yahoo.com.br² Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: paulomegna@ig.com.br

Artigo submetido em Julho/2013 e aceito em Agosto/2013

RESUMO

Grande parte dos problemas de degradação ambiental, das terras nordestinas relaciona-se com a ausência de uma cultura de ocupação de espaços, desrespeitando as riquezas e diversidades características dos diversos ecossistemas. A utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento nas análises ambientais têm se tornado uma prática cada vez mais frequente entre as diversas áreas de pesquisa, e a contribuição do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada na avaliação da cobertura vegetal, podendo ser utilizado no monitoramento

ambiental. Este trabalho teve como objetivo a identificação de áreas degradadas do município de Taperoá através da análise espaço-temporal das imagens de satélite usando técnicas de geoprocessamento. Observou-se que os valores médios de NDVI aumentaram entre os 22 anos, passando de 0,205 para 0,267 de valores de refletância em toda a área. Pela metodologia de detecção de mudança utilizada observou alteração da vegetação do município entre os anos de 1987 e 2009 que demonstraram uma recuperação em 38% da área.

PALAVRAS-CHAVE: índice de vegetação, cobertura do solo, geotecnologia.**IDENTIFICATION OF DEGRADED AREAS THROUGH TECHNICAL CHANGE DETECTION**

Large part of the problems of environmental degradation, of northeastern land relates to the absence of a culture of occupation of spaces, disregarding the richness and diversity characteristics of different ecosystems. The use of products and techniques of remote sensing and GIS in environmental analysis have become an increasingly common practice among the various areas of research, and the contribution of the Index Normalized Difference Vegetation in the assessment of vegetation cover, which can be used in

monitoring environment. This study aimed to identify degraded areas of the municipality of Taperoá by spatio-temporal analysis of satellite images using GIS techniques. It was observed that the increased NDVI values of between 22 years from 0.205 to 0.267 in reflectance values in the whole area. The methodology used for change detection of vegetation changes observed in the municipality between the years 1987 and 2009 that showed a 38% recovery in the area.

KEY-WORDS: vegetation index, land cover, geotechnology.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS

INTRODUÇÃO

O processo de degradação das terras é considerado um problema global. Na região semiárida os problemas econômicos e sociais são recorrentes, com danos ambientais impactantes e degradantes, causando enormes prejuízos econômicos aos municípios e principalmente ao meio ambiente (MMA, 2007). Grande parte dos problemas de degradação ambiental, das terras nordestinas, segundo Mantovani et al. (1989), relaciona-se com a ausência de uma cultura de ocupação de espaços, desrespeitando as riquezas e diversidades características dos diversos ecossistemas. Na Paraíba os impactos ambientais foram intensificados ao longo dos anos e estão relacionados, em geral, às formas com que tem se processado o desenvolvimento da agropecuária tradicional, envolvendo atividades extrativistas e urbanização acelerada, pressionando a ocupação a qualquer custo das terras (MMA, 2007).

A utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento nas análises ambientais têm se tornado uma prática cada vez mais frequente entre as diversas áreas de pesquisa. No caso do uso do solo e da cobertura vegetal, estas técnicas contribuem de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, bem como vários outros fatores que podem ocasionar modificações na vegetação (ROSENDO, 2005).

Hoppe & Ulbricht (1978) citam que as imagens do satélite LANDSAT podem ser úteis não só para levantamentos em pequena escala, mas para mapeamentos detalhados. De acordo com Sá (2008), é satisfatória a contribuição do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) na avaliação da cobertura vegetal, podendo ser utilizado no monitoramento ambiental. Segundo Lima et al. (2011) a utilização de um sistema de informações geográficas para cálculo e processamento do NDVI derivado de imagens de satélite de sensoriamento remoto permitiu avaliar o processo de desertificação, através da análise da cobertura vegetal nativa e quantificar o avanço deste processo ao longo de 15 anos.

Este trabalho tem como objetivo a identificação de áreas degradadas do município de Taperoá através da análise espaço-temporal das imagens de satélite usando técnicas de geoprocessamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Taperoá localizado no Estado da Paraíba apresenta uma área de 663,26 km², seu posicionamento encontra-se no ponto central 7^o20' de latitude sul e 36^o82' de longitude oeste. Está inserido na Região Geográfica da Borborema, na microrregião do Cariri Ocidental, limitando-se com os municípios de Salgadinho, Assunção, Santo André, Parari, Livramento, Cacimbas e Areia de Baraúna. De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo

é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, com precipitação predominantemente, abaixo de 600 mm ano⁻¹ (FRANCISCO, 2010).

No município a vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila e os solos representativos dos diferentes ambientes semiáridos diferem pela diversidade geológica e geomorfológica, ocorrendo com maior frequência, os Luvisolo Crômico Vértico fase pedregosa relevo suave ondulado. Ocorre também o Vertissolo relevo suave ondulado e ondulado nas partes mais baixas; o Neossolo Regolítico e o Planossolo Nátrico relevo plano e suave ondulado, no centro-norte e nas áreas mais acidentadas, e o Neossolo Litólico Eutrófico fase pedregosa substrato gnaisse e granito (FRANCISCO et al., 2012).

Para a realização deste trabalho foram realizadas viagens de campo para a seleção e a aquisição de dados para as quais foi utilizado um GPS, para o registro dos pontos de observação. Foram adquiridas imagens das bandas 5, 4 e 3 (R, G e B) do satélite LANDSAT 5-TM da órbita 215 ponto 65 através do INPE das passagens de 09/05/1987 e 28/10/2009. Foi criada uma base de dados com a projeção/datum UTM/SAD-69, e importando um arquivo no formato DXF da Drenagem obtido na AESA (2011) e um arquivo SHAPE do mapa de Solos. Após foi realizada a conversão das bandas para o formato GRIB e inseridas a base de dados e realizada seu registro, e realizado o recorte das áreas tomando como base os limites do município.

Para geração das imagens-índice de reflectância utilizou o programa Erdas Imagine 8.5 sendo necessário apenas entrar com algumas informações referentes à imagem como sensor, data da imagem, ângulo de elevação solar. A etapa da calibração radiométrica foi realizada segundo a equação 1.

$$L_{\lambda_i} = \frac{ai + bi - ai}{255} * ND \quad \text{equação (1)}$$

onde: a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima; ND é a intensidade do pixel; i corresponde as bandas.

A Etapa do cômputo da reflectância monocromática de cada banda foi obtida segundo equação 2.

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad \text{equação (2)}$$

onde: ρ_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda; K_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera; Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) em dado dia do ano (DSA), que é dado pela equação 3.

$$d_r = 1 + 0,033 \cos(DSA \cdot 2\pi / 365) \quad \text{equação (3)}$$

onde: DSA representa o dia sequencial do ano e o argumento da função cos em radianos.

O NDVI foi obtido através da razão entre a diferença das refletividades do IV-próximo e do vermelho, pela soma das mesmas, equação 4.

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad \text{equação (4)}$$

onde: e correspondem, respectivamente, as bandas 3 e 4.

Utilizando o LEGAL do SPRING foi elaborada a classificação das imagens e a transformação para mapas temáticos de vegetação, utilizando os dados da tabela 1, e que após foi editorado num software para design gráfico.

Para a classificação das imagens foi utilizada a metodologia de Gonçalves (2012), que relaciona os valores de reflectância do NDVI com a densidade da vegetação.

Tabela 1 - Classes de vegetação e seus respectivos valores de reflectância.

Classes de vegetação e uso da terra	Valores de reflectância
Vegetação densa	> 0,35
Vegetação de transição	0,30 a 0,35
Vegetação esparsa	0,25 a 0,30
Vegetação rala	0,10 a 0,25
Solo exposto	0,0 a 0,10

Fonte – Gonçalves (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No histograma de reflectância da imagem de NDVI de 1987 (Figura 1a) observa-se que o valor médio é de 0,216. O valor mínimo encontrado foi de -0,978, e o valor máximo foi 0,809. No histograma de reflectância da imagem de NDVI de 2009 (Figura 1b) observa-se que o valor médio é de 0,267. O valor mínimo encontrado foi de -0,967, e o valor máximo foi 0,796.

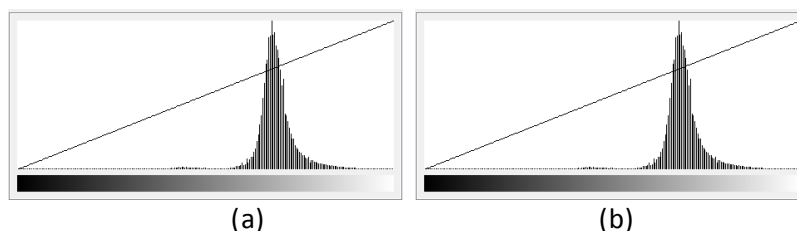


Figura 1 - Histogramas da reflectância das imagens de 09/05/1987 e 28/10/2009.

Segundo Parkinson (1997), valores típicos de NDVI para florestas úmidas tropicais são da ordem de 0,6. Kaufman & Holben (1993), encontraram em algumas regiões do Nordeste valores de NDVI entre 0,15 e 0,62. Lopes et al. (2010), avaliando mudanças na cobertura vegetal a partir do NDVI, na bacia hidrográfica do rio Brígida (Pernambuco), obtiveram respectivamente valores mínimo, máximo e médio para o ano de 1985 da ordem de 0,09, 0,24 e 0,12. Para 2001, os valores obtidos foram de 0,09, 0,42 e 0,14. Sá et al. (2008), avaliando o NDVI na região do Araripe Pernambucano, relatam que o valor mínimo encontrado foi de -0,74 e o máximo de 0,796, o valor médio foi de 0,282. Os valores de NDVI entre 0,201 e 0,278, correspondem a uma vegetação de Savana Estépica Arborizada e Florestada que se encontram degradada. Nas áreas de Mata Ciliar o NDVI variou entre 0,490 a 0,797 (FRANCISCO et al., 2012b).

Morais et al. (2011), encontraram trabalhando em área de transição de Caatinga bem preservadas de floresta subcaducifólia no município de Floresta, PE, leituras de NDVI variando de 0,208 a 0,803. Valores de NDVI abaixo de 0,4 para o período seco são mais compatíveis para

respostas da vegetação de Caatinga hiperxerófila, como a da área de estudo (PAIXÃO et al., 2009; LOPES et al., 2010; CHAVES et al., 2012).

Na Figura 2 observa-se o mapa da classificação da vegetação do ano de 1987, e na Tabela 2 os valores em área e percentagem de ocupação das classes de vegetação. No mapa de vegetação do ano de 1987, observa-se que a classe solo exposto apresenta uma área de 3,02 km² (0,46%); a classe de vegetação rala apresenta 314,59 km² (47,43%), a classe esparsa com 277,13 km² (41,78%); a classe transição apresenta 32,38 km² (4,88%) e a classe densa com 32,01 km², (4,83%).

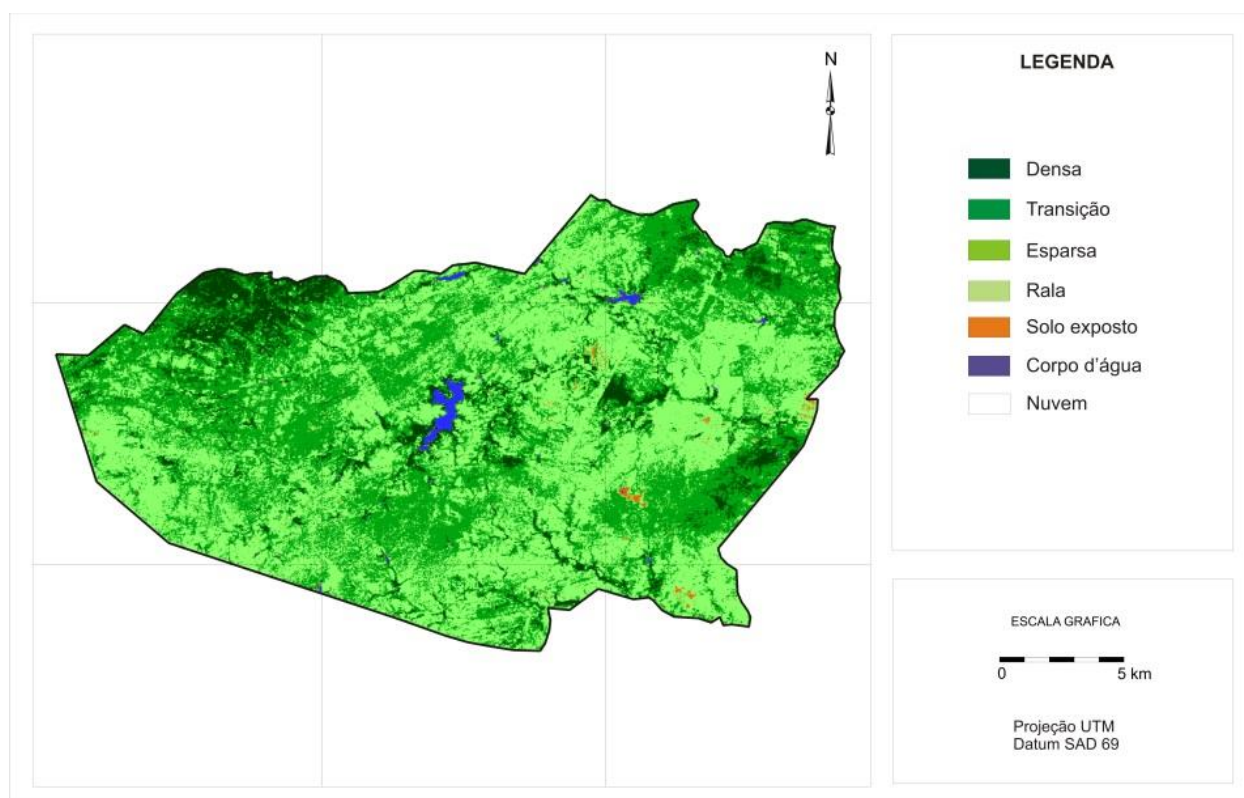


Figura 2 - Mapa de cobertura vegetal de 1987.

No mapa de vegetação do ano de 2009 (Figura 3) e na Tabela 2, observa-se que a classe solo exposto apresenta uma área de 1,23 km², (0,19%); a classe de vegetação rala apresenta 245,22 km² (36,97%), a classe esparsa com 206,83 km², (31,19%); a classe transição apresenta 92,99 km² (14,02%), e a classe densa com 76,56 km² (11,54%).

Tabela 2 - Distribuição das classes de vegetação

Classes	1987 (km ²)	%	2009 (km ²)	%
Densa	32,01	4,83	76,56	11,54
Transição	32,38	4,88	92,99	14,02
Esparsa	277,13	41,78	206,83	31,19
Rala	314,59	47,43	245,22	36,97
Solo exposto	3,02	0,46	1,23	0,19
Corpo d'água	4,1	0,62	6,97	1,05
Nuvem	0	0	33,43	5,04
Área Total	663,23	100,00	663,23	100,00

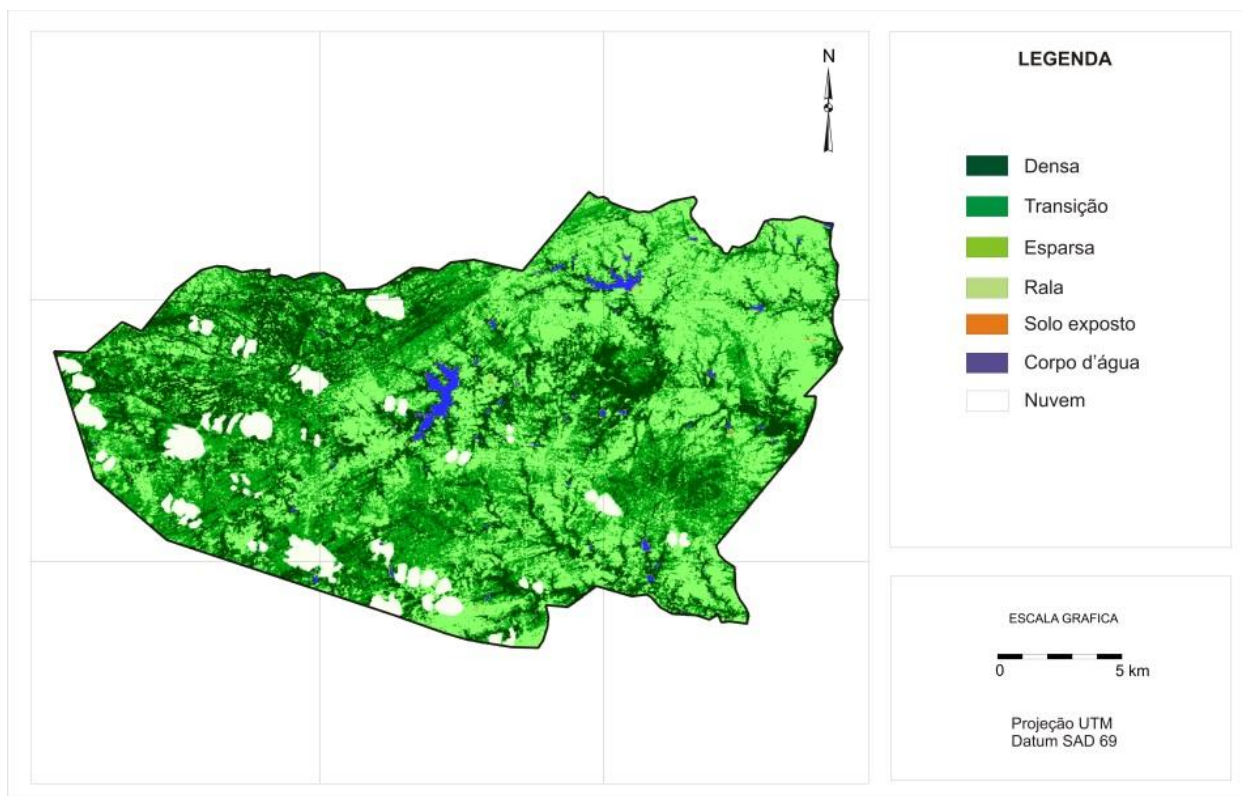


Figura 3 - Mapa de cobertura vegetal de 2009.

No mapa de detecção de mudanças (Figura 4) e na Tabela 3, que sintetiza os dados do mapeamento da mudança da vegetação da bacia hidrográfica para o período de 22 anos, observam-se os valores em área e porcentagem de ocupação das classes.

Tabela 3 - Distribuição das classes de detecção de mudança

Classes	(km ²)	%
Recuperação	253,35	38,20
Não Mudança	229,99	34,68
Degradação	142,36	21,46
Corpo d'água	4,1	0,62
Nuvem	33,43	5,04
Área Total	663,23	100,00

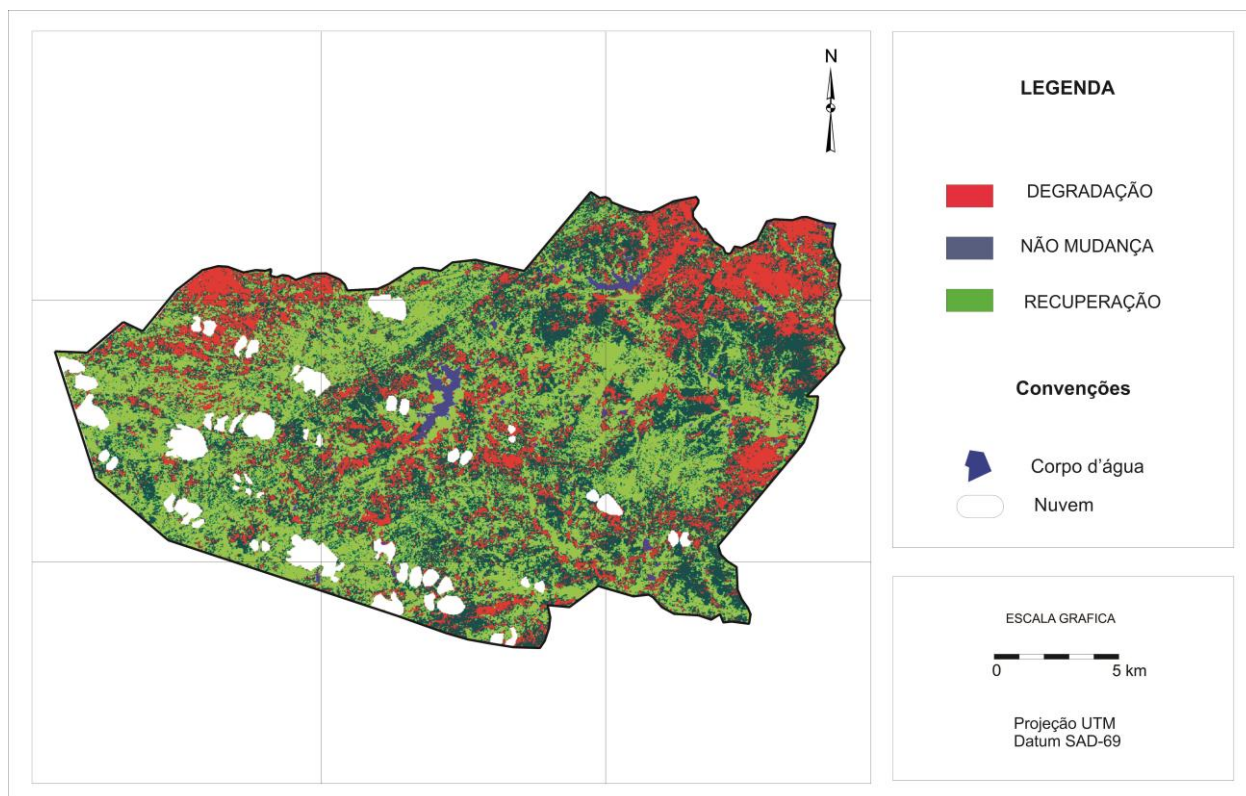


Figura 4 - Mapa de detecção de mudanças.

No mapa temático, as proporções em área entre classes demonstra uma maior recuperação da área com 253,35 km² (38,20%). Isso porque o município é composto por áreas sendo degradadas e outras em processo de recuperação. Observação similar encontrada por Francisco et al. (2012b) estudando a bacia hidrográfica onde o município está inserido. Neste caso a recuperação é dada pela perda de área na classe rala e aumento na classe esparsa, e o mesmo ocorrendo na classe de transição e densa.

Considerando a erosividade das chuvas da região semiárida brasileira, devido a sua concentração temporal, a cobertura vegetal do solo é fundamental para protegê-lo da ação erosiva das chuvas (FRANCISCO et al., 2012a).

Francisco et al. (2012a) observaram que, nas áreas em que houve uma maior recuperação estão localizadas em boa parte na drenagem em solos aluviais e com uma maior umidade disponível durante os anos. Outras áreas se localizam em declividade mais acentuada de menor acesso ou de preservação, e em Neossolos Litólicos.

Observa-se que a classe não mudança com 229,99 km² que corresponde a 34,68% e ocorre em sua maioria distribuída por toda a área de estudo, representadas pelos Luvisolos e Neossolos Litólicos.

A classe de degradação com 142,36 km² que corresponde a 21,46%, e que são representadas pelos Luvisolos vértico, Vertissolos e Neossolo Litólico, solos estes muito susceptíveis a erosão e consequente degradação pelo mau uso e má conservação. Pelo observado neste estudo constata-se, que no ano de 1996 não ocorria esta condição do solo e por isso essa mudança, demonstrando uma degradação. Duarte e Barbosa (2009) observaram que o município de Taperoá apresenta um alto índice de degradação dos recursos naturais, e que a vegetação foi largamente dizimada, acarretando graves perdas de solos, proporcionando assoreamento dos rios, tornando mais difícil a sustentabilidade dos ecossistemas locais.

Segundo Sousa et al. (2008) conforme os dados históricos, parte da retirada da cobertura vegetal se deveu 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 e exploração pecuária. Outra parte seria a consequência da crise dos municípios em períodos de estiagens e da falta de renda provenientes das lavouras, atividades que hoje praticamente não se exploram, sendo os desmatamentos para venda de lenha e fabricação de carvão, as únicas fontes de renda da população rural mais carente.

Sousa et al. (2008), comentam que os prejuízos ambientais estão quase sempre relacionados ao uso indevido do solo pelas diversas atividades degradantes. Assim, a retirada da cobertura vegetal para implantação de agricultura de autoconsumo ou para pecuarização extensiva sem práticas de conservação ambiental compromete, a médio e longo prazo, as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, inviabilizando essas áreas a uma exploração sustentável no futuro e transformando-as em áreas desertificadas.

Sousa et al. (2007), estudando a degradação do município de São Domingos do Cariri, contígua a área de estudo, observa que em áreas de ocorrência do nível de degradação moderado e moderado grave, houve a recuperação da vegetação.

CONCLUSÕES

Na elaboração dos mapas de vegetação, a utilização do NDVI e de imagens de satélite multi-temporal proporcionaram resultados satisfatórios.

Observou-se que os valores médios de NDVI aumentaram entre os 22 anos, passando de 0,205 para 0,267 de valores de refletância em toda a área.

Pela metodologia de detecção de mudança utilizada observou alteração da vegetação do município entre os anos de 1987 e 2009 que demonstraram uma recuperação em 38% da área.

REFERÊNCIAS

1. AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2011. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em 25 de março de 2011.
2. CHAVES, I. de B.; GUIMARÃES, A. P.; LIMA, E. R. V. de; FRANCISCO, P. R. M. Índices Espectrais e Diagnóstico da Degradação da Caatinga na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade, Paraíba-BR. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 19, Lajes-SC. **Anais...** Lajes, 2012.
3. DUARTE, S. M. A.; BARBOSA, M. P. Estudo dos recursos naturais e as potencialidades no semiárido, Estado da Paraíba. **Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p.168-189. 2009.
4. FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. Dissertação de Mestrado - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
5. FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. de B.; LIMA, E. R. V. Mapeamento das Terras para Mecanização Agrícola - Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, p.233-249, 2012.
6. FRANCISCO, P.R.M.; CHAVES, I. de B.; LIMA, E.R.V.; BANDEIRA, M.M.; SILVA, B.B. Mapeamento da caatinga com uso de geotecnologia e análise da umidade antecedente em bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, p.676-693, 2012a.

7. FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. de B.; CHAVES, L. H. G.; LIMA, E. R. V. de. Detecção de mudança de vegetação de caatinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, p.1473-1487, 2012b.
8. GONÇALVES, J. L. de G. **Utilização de modelos digitais de elevação na análise da degradação ambiental do município de Soledade-PB**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2012.
9. HOPPE, P.; ULBRICHT, K. A. **Application of digital image processing module of Landsat scenes for their improved and geological evolution**. In: Earth observation from space and management of planetary resource. Paris, European Space Agency, p.237-241. 1978.
10. KAUFMAN, Y. J.; HOLBEN, N. B. Calibration of the AVHRR visible and near-IR by atmospheric scattering, ocean glint and desert reflection. **International Journal Remote Sensing**, v.14, n.1, p.21-52. 1993.
11. LIMA, R. C. C. et al. Avaliação do processo de desertificação no semiárido paraibano utilizando geotecnologias. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p.68-74.
12. LOPES, H. L.; ACCIOLY, L. J. O; CANDEIAS, A. L. B.; SOBRAL, M. C. Análise de índices de vegetação na bacia do rio Brígida, sertão do estado de Pernambuco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3, 2010, Recife. **Anais...** Recife, 2010. p.01-08.
13. MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR. **Anais...**Campinas: Fundação Cargil, São Paulo, 1989 p.235-267.
14. MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapa das áreas susceptíveis a desertificação no Brasil**. Secretaria de Recursos Hídricos. Universidade Federal da Paraíba. Brasília, 2007.
15. PAIXÃO, F. E.; VALE, R. de M. C. do; LOBÃO, J. S. B. Mapeamento de áreas susceptíveis à desertificação no nordeste da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p.4195-4200.
16. PARKINSON, C. L. Earth from above. University Sciences Books, Sansalito. **Land vegetation**, 1997. p.107-111.
17. ROSENDO, J. S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari-MG, utilizando dados do sensor MODIS**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Uberlândia, MG, 2005.
18. SÁ, I. I. S. Uso do índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) para caracterização a cobertura vegetal da região do Araripe Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife. v.1. p.28-38, 2008.
19. SOUSA, R. F. de; BARBOSA, M. P; SOUSA JÚNIOR, S. P. de. TERCEIRO NETO, C. P. C; MORAIS NETO, J. M. Estudo da degradação de terras do município de Boa Vista - Paraíba. **Revista Engenharia Ambiental**, v.4, n.2, p.005-013. 2007.

20. SOUSA, R. F.; BARBOSA, M. P.; MORAIS NETO, J. M.; MENESES, L. F.; GADELHA, A. G. Vulnerabilidades e impactos sócios econômicos e ambientais. **Revista Engenharia Ambiental**, v.5, n.3, p.063-078. 2008.