

Avaliação do processo de desertificação no semiárido paraibano utilizando geotecnologias

Ricardo da Cunha Correia Lima¹
Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante¹
José Fideles Filho²

¹Instituto Nacional do Semiárido - INSA
58400-165 - Campina Grande - PB, Brasil
{rcclima, arnobio}@insa.gov.br

²Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
58429-500 - Centro de Ciências e Tecnologia - Campina Grande - PB, Brasil
fidelesfilho@uol.com.br

Abstract. This paper evaluated the desertification process in the municipality of Juazeirinho, area susceptible to desertification in the state of Paraíba. The Vegetation Cover Area indicator was used to estimate the evolution of this process. For that, images from remote sensing satellite Landsat 5 TM in 1990 and 2005 were processed in order to obtain the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the two time points mentioned. Supported by data from soil types, topography and rainfall, a Geographic Information System (GIS) was used to classify the different states of vegetation cover. Segmentation techniques by on growing region were employed on NDVI image and a supervised classification, using the regions Bhattacharya classifier, were applied to define and quantify the areas with the highest degree of degradation of vegetation cover and estimate the rate of progress of human activities on native vegetation. It was found that, in 15 years, the municipality lost an area of forested-shrubby Caatinga equivalent to 35.2 km², a reduction of 17.4% of the existing area in 1990, which corresponds to a deforestation rate of 2.3 km² per year. In 2005, both classes of vegetation totalized 168.8 km², that is, only 35.6% of total area of municipality remained covered by native vegetation. In the opposite direction, the areas occupied by Caatinga degraded, agricultural and grazing fields have experienced a growth of 29.9 km², increasing the degraded area up to 295.4 km², or 63% of total area of municipality.

Palavras-chave: remote sensing, vegetation cover, NDVI, GIS, sensoriamento remoto, cobertura vegetal, IVDN, SIG.

1. Introdução

A região semiárida brasileira, definida oficialmente pelo Decreto nº 11.701 de 10/03/05, abrange parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, totalizando uma área de 969.589,4 km², e abrigando uma população de aproximadamente 20,8 milhões de habitantes (BRASIL, 2005).

Em decorrência do baixo nível de desenvolvimento humano e das dificuldades naturais de clima, solo e recursos hídricos, a região vem sendo alvo de políticas públicas voltadas à melhoria das condições de saúde, educação, moradia, emprego e renda, agora com foco na sustentabilidade da qualidade de vida das populações e do meio ambiente. Dentre as iniciativas com foco no desenvolvimento sustentável da região, está o Plano Nacional de Combate à Desertificação (PAN-BRASIL, 2004), do Ministério do Meio Ambiente.

Segundo o PAN-Brasil (2004), a desertificação é a face mais visível da exploração irracional dos recursos naturais na região, caracterizada pela degradação do solo e dos recursos hídricos, pelo desmatamento e pela redução da biodiversidade. Tal fenômeno

contribui diretamente para o empobrecimento das comunidades, especialmente na zona rural, na medida em que reduz ou mesmo elimina a capacidade produtiva das terras e coloca em risco a sustentabilidade do desenvolvimento e o futuro das próximas gerações.

Ainda de acordo com o PAN-Brasil (2004), o plano foi elaborado com foco no desenvolvimento sustentável nas Áreas Suscetíveis à Desertificação – ASD, para estimular e promover mudanças no modelo de desenvolvimento em curso nessas áreas. O combate à pobreza e às desigualdades são os elementos norteadores dessa mudança, aliados à recuperação, preservação e conservação dos recursos naturais. Dentre seus objetivos, o plano buscará aprimorar o conhecimento da situação dos processos de desertificação e de ocorrência de secas no Brasil, apoiando ações de delimitação e caracterização das áreas em processo de desertificação através da avaliação da cobertura vegetal utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Neste sentido, o presente estudo poderá oferecer uma contribuição ao conhecimento do processo de desertificação numa das ASD do estado da Paraíba: a Microrregião do Seridó Oriental. O município de Juazeirinho foi escolhido por ainda não dispor de estudos dessa natureza e estar situado numa região com forte presença de indústrias de cerâmica e de cal, além de panificadoras, que constituem o grupo de grandes usuários que têm a lenha nativa como matriz energética em seus processos produtivos.

O objetivo geral do presente trabalho visou avaliar o processo de desertificação no município de Juazeirinho - PB, através do indicador cobertura vegetal, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SIG), e traçou os seguintes objetivos específicos: a) Classificar as áreas do município de Juazeirinho por grau de degradação da cobertura vegetal nativa, em dois momentos distintos (1990 e 2005), utilizando SIG para processamento digital de imagens de satélite de observação da Terra; e b) Efetuar análise comparativa entre os dois momentos para identificar o grau de evolução do processo de degradação da vegetação nativa.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde ao município de Juazeirinho - PB, cuja posição geográfica está limitada pelas longitudes 36°28'13''O e 36°40'37''O e latitudes 6°53'20''S e 7°11'18''S. O município está localizado na Mesorregião da Borborema e na Microrregião do Seridó Oriental, ocupando uma área de 467,5 km² (Figura 1). De acordo com a Estimativa das Populações Residentes (IBGE, 2008), o município possui uma população total de 16.339 habitantes, sendo 8.403 habitantes na sede urbana (51%) e 7.936 distribuídos pela zona rural (49%).

A cobertura vegetação original é do tipo Savana Estépica (IBGE, 1992), caracterizada por uma florística própria dos climas de semiárido a áridos e predominância de plantas espinhosas decíduas. Esta fisionomia foi extrapolada como sinônimo universalizado do termo indígena Tupi-Guarani “Caatinga” que, segundo o botânico Dárdano de Andrade-Lima, caracteriza muito bem os tipos de vegetação das áreas áridas nordestinas. Ainda segundo o IBGE (1992), essa classe de formação subdivide-se em quatro subgrupos de formação: Savana Estépica Florestada, Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque e Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa. A vegetação secundária (antropizada), por sua vez, é encontrada em extensas áreas que estão sob a influência das atividades agropecuárias ou foram abandonadas por mau uso do solo ou exaustão de sua fertilidade, e passam por um processo de recuperação através de sucessão vegetal natural.

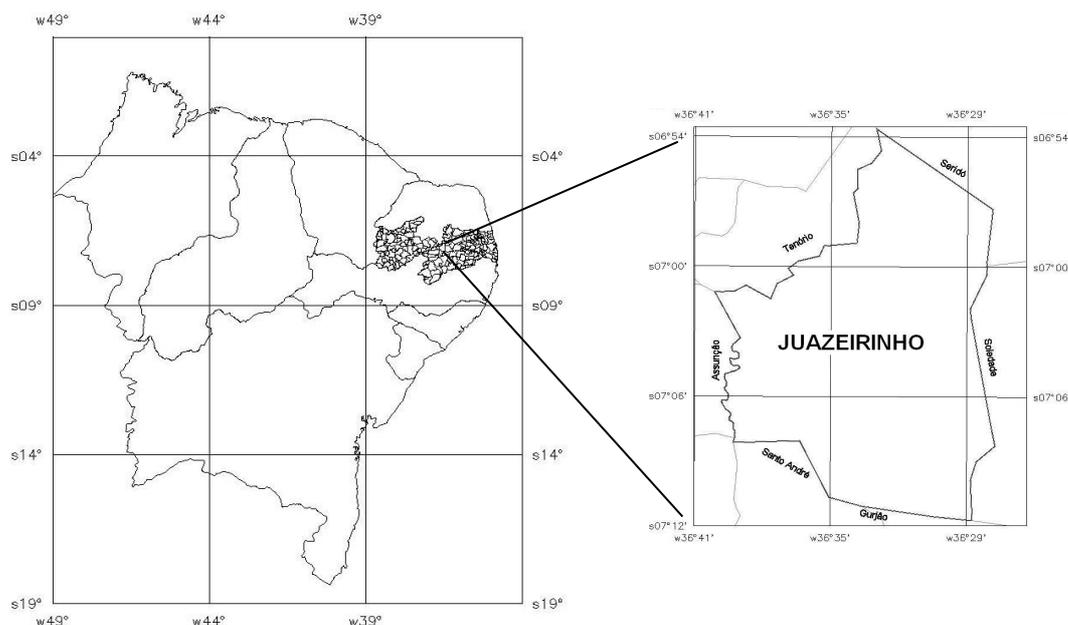


Figura 1. Localização do município de Juazeirinho – PB. Fonte: IBGE (2007).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh, ou seja, semiárido quente, com chuvas de verão. A temperatura média anual situa-se em torno de 26 °C. A pluviometria média anual é de 522 mm, concentrada nos meses de fevereiro a maio (72%) e caracterizada por uma forte irregularidade anual e interanual (PARAÍBA, 2006).

Quanto à geomorfologia, o município é dominado pelo Planalto da Borborema com formas tabulares em sua maior parte, aguçadas numa pequena porção a sudeste da sede municipal e convexa noutra pequena área ao norte (*op. cit.*). A altitude média é de 574 m, variando de 452 a 690 m, conforme dados SRTM - Shuttle Radar Topographic Mission, disponibilizados por Miranda (2005).

As principais classes de solos ocorrentes na área de estudo conforme Paraíba (1978) e atualizado por Embrapa (1999) são: PLANOSSOLO NÁTRICO Sílico - SNz, NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico - Rle, NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico - RRe7, e LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico - TCo.

2.2 Materiais

Essencialmente, no desenvolvimento da pesquisa foram usados os seguintes materiais: a) Um conjunto de imagens LANDSAT5, sensor TM, órbita ponto 215/65, Bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, de 18/06/1990 e 29/07/2005, selecionadas a partir do grau de cobertura de nuvens e do período de chuvas na região, disponível gratuitamente em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, acesso em 30/07/2009; b) Modelo Digital de Elevação extraído dos dados do SRTM, disponível em <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pb/pb.htm>, acesso em 27/11/2009; c) Dados pluviométricos dos postos de Juazeirinho e vizinhança obtidos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), disponíveis em <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarMesesChuvasMensais>, acesso em 30/07/2009; d) Cartas Topográficas da SUDENE, escala 1:100.000, digitalizadas pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro, disponível na AESA (<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/cad.html>), acesso em 30/07/2009; e) Arquivos do tipo shape contendo as principais estradas, drenagens, sedes municipais, sedes distritais, limites de município e açudes da Paraíba, disponível na AESA

(<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>), acesso em 30/07/2009; f) Software SPRING 5.1 - Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (Câmara *et al.*, 1996), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/>, acesso em 29/09/2009; g) Dados sócio-econômicos do município de Juazeirinho obtidos do Censo 2000 e Estimativa de Populações Residentes 2008 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, disponíveis em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>, acesso em 06/08/2009; e h) GPS Garmin modelo GPSMAP 76CSx.

2.3 Metodologia

As etapas para o desenvolvimento do estudo estão apresentadas de maneira simplificada no fluxograma da Figura 2 e, sumariamente, descritas a seguir: a) Revisão bibliográfica dos estudos prévios sobre desertificação em áreas semiáridas no mundo, no Semiárido Brasileiro e em particular na região dos Cariris Velhos e Curimataú (PB) e Seridó (PB/RN), utilizando técnicas de sensoriamento remoto; b) Definição do Modelo de Dados no software SPRING 5.1 para possibilitar o armazenamento dos diversos planos de informação a serem gerados (imagens LANDSAT TM, rodovias, rede de drenagem, modelo numérico do terreno, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – IVDN, classes de cobertura vegetal entre outras); c) Definição da área do projeto e sistema de coordenadas a ser utilizado; d) Levantamento de dados pluviométricos da região de Juazeirinho – PB junto à AESA; e) Levantamento e seleção das imagens LANDSAT junto ao INPE; f) Levantamento dos dados cartográficos junto à AESA; g) Pré-processamento (correção geométrica) e processamento (IVDN, segmentação, classificação e mapeamento temático) das imagens LANDSAT selecionadas; h) Avaliação das classificações finais, edição matricial e obtenção da área das classes de cobertura vegetal para os dois momentos selecionados i) Avaliação do grau de evolução do processo de degradação das terras; e j) Identificação das possíveis causas das alterações da cobertura vegetal no município.

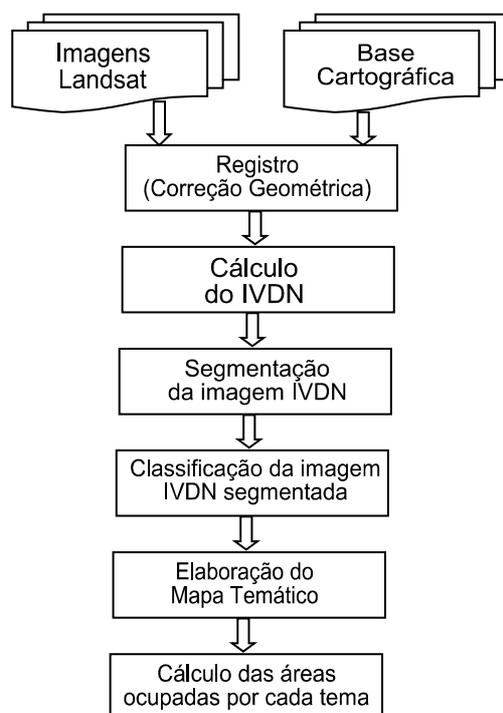


Figura 2. Fluxograma simplificado das etapas da metodologia.

3. Resultados e Discussão

Dois mapas de cobertura vegetal foram gerados (Figuras 3 e 4) a partir de imagens classificadas dos anos 1990 e 2005, utilizando com planos de informação auxiliares a banda B4 (infra-vermelho próximo), para mapeamento de espelhos d'água, e a composição RGB543 para identificação de área urbana, nuvens e suas respectivas sombras.

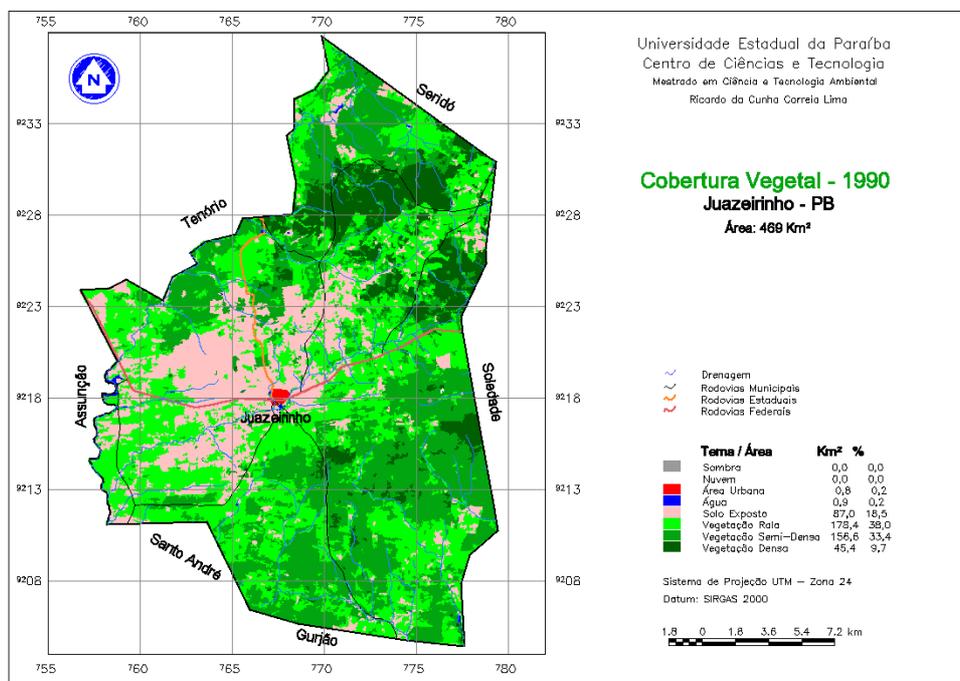


Figura 3. Mapa de Cobertura Vegetal para o município de Juazeirinho – PB, em 1990.

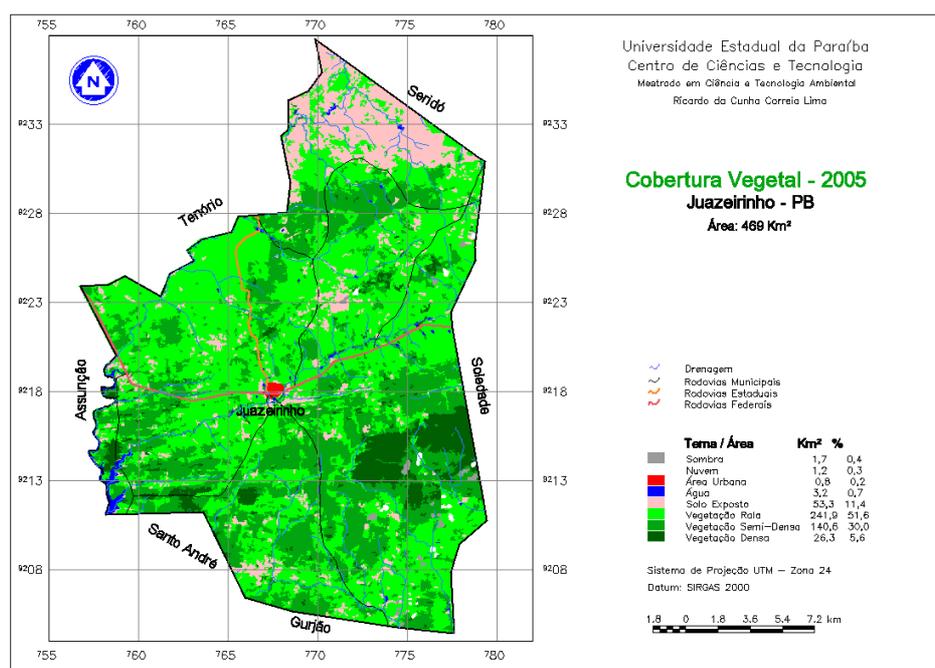


Figura 4. Mapa de Cobertura Vegetal para o município de Juazeirinho – PB, em 2005.

A Tabela 1 apresenta o resultado do cálculo da área de cada tema nos mapas. Aqui importa destacar que, no período de 15 anos, as áreas ocupadas por vegetação densa sofreram uma redução de 19,1 km², passando dos antigos 45,4 km² para os atuais 26,3 km², uma diminuição de 42,2%, o que representa apenas 5,6% da área total do município. Da mesma forma, a vegetação semi-densa, que outrora era encontrada numa área de 156,6 km², experimentou um declínio de 16,1 km², ou 10,3%, passando a ocupar uma extensão de 140,6 km², ou 30% da área total do município. De maneira oposta, a vegetação rala da região conheceu um acréscimo de 63,5 km², passando dos antigos 178,4 km² para os atuais 241,9 km², um aumento de 35,6%. Observa-se que esta classe de vegetação ocupa mais da metade da área do município, ou seja, 51,6%. Comportamento diferente foi observado pela área de solos expostos. No período, houve uma retração de 33,5 km², atingindo 53,5 km² no ano de 2005 contra 86,9 km² no ano de 1990, uma redução de 33,5%.

Quanto aos espelhos d'água, houve um acréscimo de 2,34 km² referente, principalmente, à construção, em 2002, do açude Mucutu, com bacia hidráulica de 5,17 km², que espalha parte de suas águas sobre o município de Juazeirinho.

Tabela 1. Extensão das áreas ocupadas por cada classe constante nos mapas.

Classes	1990		2005		Diferença (2005-1990)				Taxa km ² /ano
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	
Vegetação Densa	45,4	9,7	26,3	5,6	-19,1	-42,2	-35,2	-17,4	-2,3
Vegetação Semi-Densa	156,6	33,4	140,6	30,0	-16,1	-10,3			
Vegetação Rala	178,4	38,0	241,9	51,6	63,5	35,6	29,9	11,3	2,0
Solo Exposto	86,9	18,5	53,5	11,4	-33,5	-38,5			
Água	0,9	0,2	3,2	0,7	2,3	-	-	-	-
Área Urbana	0,8	0,2	0,8	0,2	0,0	-	-	-	-
Nuvem	0,03	0,0	1,2	0,3	1,2	-	-	-	-
Sombra	0,05	0,0	1,7	0,4	1,7	-	-	-	-
Total	469,1	100,0	469,1	100,0					

Os resultados mostram que a vegetação densa e semi-densa, em sua maior parte do tipo Caatinga arbórea-arbustiva preservada ou em avançado estágio de recuperação por sucessão natural, perdeu uma área de 35,2 km² no período de 15 anos, uma diminuição de 17,4% da área ocupada em 1990, o que representa uma taxa média de desmatamento de 2,3 km² ao ano. Em 2005, essas duas classes de vegetação somavam 168,8 km², ou seja, apenas 35,6% da área total do município permanecia coberta por vegetação nativa. Por outro lado, as áreas com vegetação rala ou solo exposto, ocupadas principalmente por Caatinga degradada, campos de pastagem e agricultura, cresceram 29,9 km² no período, uma taxa média de ampliação de 2,0 km² ao ano, elevando a área degradada para 295,4 km², ou 63% da área total do município.

O mapeamento através do IVDN das áreas ocupadas por Caatinga degradada, pastagens e culturas temporárias expõe a forte dependência dessa variável às condições da distribuição temporal das chuvas. No caso da Caatinga, a escassez de chuva durante o período chuvoso afeta diretamente o desenvolvimento de seu estrato herbáceo. No caso de pastagens e culturas temporárias, essas atingem condições de estresse hídrico a cada veranico (longo período sem chuva dentro da estação chuvosa). Em ambos os casos, o nível de reflectância da energia na faixa do infravermelho próximo é afetado e, portanto, o cálculo do IVDN é alterado

significativamente. Estudos devem ser realizados para melhor quantificar esse reflexo e permitir maior exatidão dos resultados.

Para se obter, em larga escala, mapeamentos compatíveis da cobertura vegetal no semiárido, faz-se necessário padronizar a metodologia utilizada. É preciso definir alguns critérios para todas as iniciativas de mapeamento na região, tais como: escala de trabalho compatível com o nível de detalhamento desejado, condições para aquisição de imagens de satélite (período seco ou das chuvas), parâmetros para os algoritmos de segmentação e classificação supervisionada da imagem IVDN, entre outros. Desta maneira, será possível quantificar de maneira inequívoca o ritmo de desmatamento da Caatinga nos diversos municípios da região.

4. Conclusões

Para as condições metodológicas em que foram conduzidos os trabalhos pode-se concluir que a utilização de um sistema de informações geográficas para cálculo e processamento do IVDN derivado de imagens de satélite de sensoriamento remoto permitiu avaliar o processo de desertificação, através da análise da cobertura vegetal nativa, no município de Juazeirinho – PB, e quantificar o avanço deste processo ao longo de 15 anos (1990 e 2005), constatando-se uma redução da vegetação densa e semi-densa, amplamente associada à Caatinga arbórea e arbustiva, ao ritmo de 2,3 km² ao ano.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília, 2005, 32 p.
- Câmara, G.; Sousa, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modeling. **Computers&Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- 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.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa das Populações Residentes, 2008. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/default.shtm>. Acesso em 25/01/2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O Programa CBERS. Disponível em <http://www.cbears.inpe.br/index.php>. Acesso em 27 nov. 2009.
- Miranda, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 27 nov. 2009.
- PAN-BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Brasília, 2004, 213 p.
- PARAÍBA. Governo do Estado da Paraíba. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Anexo de Pedologia**. UFPB/ELC/CEPA. João Pessoa. Np. 1978.
- PARAÍBA. Governo do Estado da Paraíba; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba. **PERH-PB - Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 2006.