

Mapeamento da vulnerabilidade natural à erosão como subsidio ao planejamento ambiental no semiárido Pernambucano

Manuella Vieira Barbosa Neto¹
Hewerton Alves da Silva¹
Maria do Socorro Bezerra de Araújo¹

¹Universidade Federal de Pernambuco – UFPE,
Av. Ac. Hélio Ramos, s/n, 6º andar, Recife – PE, Brasil - CEP: 50740-530
manuvieirabn@yahoo.com.br
hewas@gmail.com
socorro@ufpe.br

Abstract - The lack of knowledge about the natural limitations of the soil in a given area results in their use of indiscriminate and, in the semiarid, the increased erosion due to improper use can contribute to increased risk of desertification. The district of Itacuruba is localized in Sertão of Pernambuco's Macro-region and São Francisco Pernambucan's Meso-region. The objective of this work was achieve a mapping of the natural vulnerability to erosion as subsidy to planning ecologic-economic-environmental. For the achievement of erosive vulnerability analysis's, the Crepani et al's methodology (2001) was used, and, through Geoprocessment's technique, were performed mappings geologic, pedologic, climatic, of vegetation, by enhancement vegetation index – EVI, and of slope. Values of vulnerability, that's ranged from 1,0 to 3,0, was ascribed to each landscape unit, being 1, where predominates the pedogenesis, 2 for the intermediates and 3, where predominates the morfogenesis. This values of vulnerability was subject to arithmetic average by maps's algebra for production of the natural vulnerability to erosion's map. Was possible verify that's the degree of natural vulnerability to erosion of tract wasn't expressive, occurring predominancy of moderatly stable class on 95,27% of tract. The regions more vulnerable are localized in Neosoils' realm, more higher slopes and places with exposed soils.

Palavras-chave: Soils, Geoprocessment, Zoning, EVI, Solos, Geoprocessamento, Zoneamento, EVI.

1Introdução

Para a sobrevivência da humanidade existe a necessidade continua de existirem solos produtivos, sendo crescente a preocupação com a degradação deste recurso natural. Segundo Bertoni *et al.* (1990), tal como a agricultura, a erosão tem sua raiz no passado, e seus processos são regionalmente interdependentes porque muitos deles foram estabelecidos pela introdução de novas culturas e novos métodos de cultivos.

A falta de conhecimento quanto às limitações naturais do solo de uma determinada área, resulta na sua utilização de forma indiscriminada, o que favorece a sua degradação. Numa área de clima semiárido o incremento do processo erosivo devido à utilização indevida, aliada as condições climáticas pode contribuir com aumento do risco de desertificação.

Dentre os processos erosivos o que mais causa degradação dos solos é a erosão hídrica, que segundo Lepsch (2002), é a remoção e transporte dos horizontes superiores dos solos pela água. Este processo é verificado com maior intensidade nas áreas que possuem um alto índice pluviométrico, porém nas áreas semiáridas existe a preocupação com a má distribuição das chuvas, que causa eventos de chuvas torrenciais num curto período que pode levar a perda da camada agricultável caso o solo se encontre vulnerável. Segundo Crepani (2001) uma elevada pluviosidade anual, mas com distribuição ao longo de todo período, tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual mais reduzida que se despeja torrencialmente num período determinado do ano, situação responsável pela extensiva denudação das regiões semiáridas.

De acordo com Arnesen & Maia (2011), os processos erosivos são fenômenos naturais que obedecem à dinâmica de denudação geológica dos ambientes. Eles são influenciados

pelas características naturais do meio, entre elas: geologia (histórico e tipo de rochas), geomorfologia (formas do relevo), cobertura e uso do solo (nível e tipo de cobertura vegetal), pedologia (tipos de solo) e clima (intensidade e distribuição pluviométrica).

A metodologia do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) de Crepani et al. (2001) consiste na produção de um mapa de vulnerabilidade à perda de solo através da erosão, com base em informações das características naturais locais. A partir das informações de geologia, geomorfologia, vegetação, da pedologia e clima, extraídas por meio de imagens de satélite, cartas temáticas e dados hidrológicos de estações pluviométricas, determinam-se as unidades territoriais básicas mais vulneráveis à perda de solo.

Segundo Felgueiras & Câmara (1993), em um país de dimensão continental como o Brasil, existe uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas ambientais e diante desta problemática os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) apresentam um enorme potencial de utilização. Neste caso, segundo Lopes Assad (1993), os "SIGs" podem contribuir para facilitar o trabalho de representação gráfica das classes e de atualização das informações.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo realizar o mapeamento da vulnerabilidade natural à erosão do município de Itacuruba – PE, com a utilização de técnicas de Geoprocessamento, como subsídio ao planejamento ecológico-econômico-ambiental do município.

2 Metodologia do Trabalho

2.1 Área de estudo

O município de Itacuruba está localizado na Macrorregião do Sertão de Pernambuco e na Mesorregião do São Francisco Pernambucano (Figura 1). A área municipal ocupa 436,7 km² e apresenta as coordenadas geográficas 8°50'02" de latitude e 38°42'14,0" de longitude.

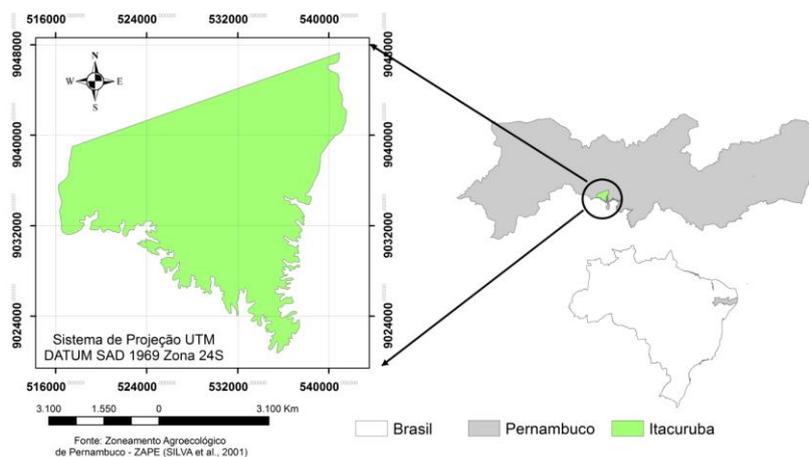


Figura 1: Localização do município de Itacuruba – PE, macrorregião do Sertão Pernambucano

Segundo Beltrão *et. al.* (2005) o município está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, com relevo predominantemente suave-ondulado. A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. Quanto aos solos: ocorrem os Planossolos, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de sais; os Luvisolos, rasos e fertilidade natural alta; os Argissolos drenados e fertilidade natural média e com os Neossolos Litólicos, rasos, pedregosos e fertilidade natural média. Itacuruba

está nos domínios da macro bacia hidrográfica do Rio São Francisco, da bacia hidrográfica do Rio Pajeú e do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Interiores (Beltrão et al., 2005).

2.2 Metodologia

Para realização da análise da vulnerabilidade erosiva da área de estudo, foi aplicada a metodologia de mapeamento da vulnerabilidade natural à perda de solo de Crepani et al. (2001), que se fundamentam no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977). Este conceito compreende a dinâmica dos ambientes com o balanço entre os processos formadores de solo (pedogênese) e os processos erosivos (morfogênese). Estes apresentam critérios para a atribuição de valores de vulnerabilidade para as unidades territoriais básicas dos temas Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Clima.

Foi utilizada a base de dados dos solos do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE de (Silva *et al.*, 2001) que se encontram na escala de 1:100.000 e a base de dados geológicos da CPRM – Serviço Geológico do Brasil de (Gomes & Santos, 2001), na escala 1:500.00 (a única disponível para a área de estudo). Com as bases citadas foram confeccionados respectivamente o mapa de solos e o mapa de Geologia no software Arc Gis 9.3 licenciado pelo grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO) do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco – (UFPE).

Para realização do diagnóstico das declividades da área de estudo, foram utilizados dados do radar SRTM - (Shuttle Radar Topography Mission) obtidos através de acesso ao site da EMBRAPA <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>. Através das ferramentas “surface” e “slope” do software Arcgis 9.3, disponível no SERGEO – UFPE e foi elaborado o mapa de declividade em porcentagem.

Para análise da distribuição da precipitação foram utilizadas as médias de precipitação fornecidas pelo Departamento de ciências atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande – (DCA – UFCG), e através da razão entre a precipitação média anual (PMA) e duração do período chuvoso (DPC), se obteve os valores de intensidade pluviométrica (IP) e foi calculado o valor de estabilidade/vulnerabilidade à erosão (Crepani *et al.*, 2001).

O diagnóstico da cobertura vegetal foi realizado através da imagem do satélite Landsat 5TM (23/01/2010) da órbita 216 e ponto 66, a partir da aplicação do índice de realce da vegetação conhecido como EVI (“Enhanced Vegetation Index”) (HUETE *et al.*, 2002); seu propósito foi o de otimizar o sinal da vegetação para desertos e florestas, e minimizar fontes de incertezas como aerossóis e a resposta do solo (LIU & HUETE, 1995), pois inclui a banda do azul para a correção atmosférica (sério problema para os dados de satélite) (XIAO et al., 2005).

O EVI é obtido através da equação 1:

$$EVI = G * \frac{(\rho_{NIR} - \rho_R)}{(L + \rho_{NIR} + C_1\rho_R - C_2\rho_B)} \quad (1)$$

Onde *NIR* e *R* são as reflectâncias da superfície no infravermelho próximo (0,8µm a 1,1µm) e no visível (vermelho – 0,6µm a 0,7µm) (ASRAR et al., 1984). *p* são as reflectâncias da superfície com correções atmosféricas (ou parcialmente corrigidas) (Rayleigh e absorção do ozônio); *L* é um fator de correção dos efeitos causados pelo substrato sob a copa (e ou neve caso pertinente); *C1* e *C2* são os coeficientes relacionados aos efeitos dos aerossóis (HUETE et al., 2002). Sendo assim o resultado deste índice de vegetação foi utilizado para detectar áreas com menor cobertura vegetal e conseqüentemente com uma maior vulnerabilidade a eventos erosivos.

Após a confecção dos mapeamentos, foi realizado o processamento destes no software Arc Gis 9.3, onde os dados em formato *Shapfile* foram transformados para o formato *Raster* (Solos, Geologia e distribuição e intensidade das chuvas). Após a conversão foram atribuídos pesos de vulnerabilidade à erosão através das tabelas propostas por Crepani et al. (2001) com pesos variando de 1,0 a 3,0, sendo 1 para atributos considerados estáveis, onde predomina a pedogênese, 2 para os intermediários e 3 para os instáveis, onde predomina a morfogênese. Estes valores de vulnerabilidade foram atribuídos para cada atributo dos temas Geologia, Vegetação, Pedologia, Clima e Declividade por meio da utilização da ferramenta *Reclassify*.

O mapa de vulnerabilidade à erosão foi obtido após a álgebra de mapas das grades de vulnerabilidade à erosão para os temas citados anteriormente e esta álgebra consistiu na média simples dos cinco mapas citados através da ferramenta *Math*, conforme apresenta a equação 2.

$$V = G + D + S + Vg + C / 5 \quad (2)$$

Onde: *V* = Vulnerabilidade, *G* = vulnerabilidade para o tema Geologia, *D* = vulnerabilidade para o tema Declividade, *S* = vulnerabilidade para o tema Solo, *Vg* = vulnerabilidade para o tema Vegetação e *C* = vulnerabilidade para o tema Clima.

3 Resultados e Discussão

A partir do mapeamento dos atributos: Geologia, declividade, Pedologia, vegetação e intensidade da precipitação do município de Itacuruba – PE foram atribuídos os valores indicativos do grau de vulnerabilidade a erosão, para se obter o mapa de vulnerabilidade da área (Figura 2).

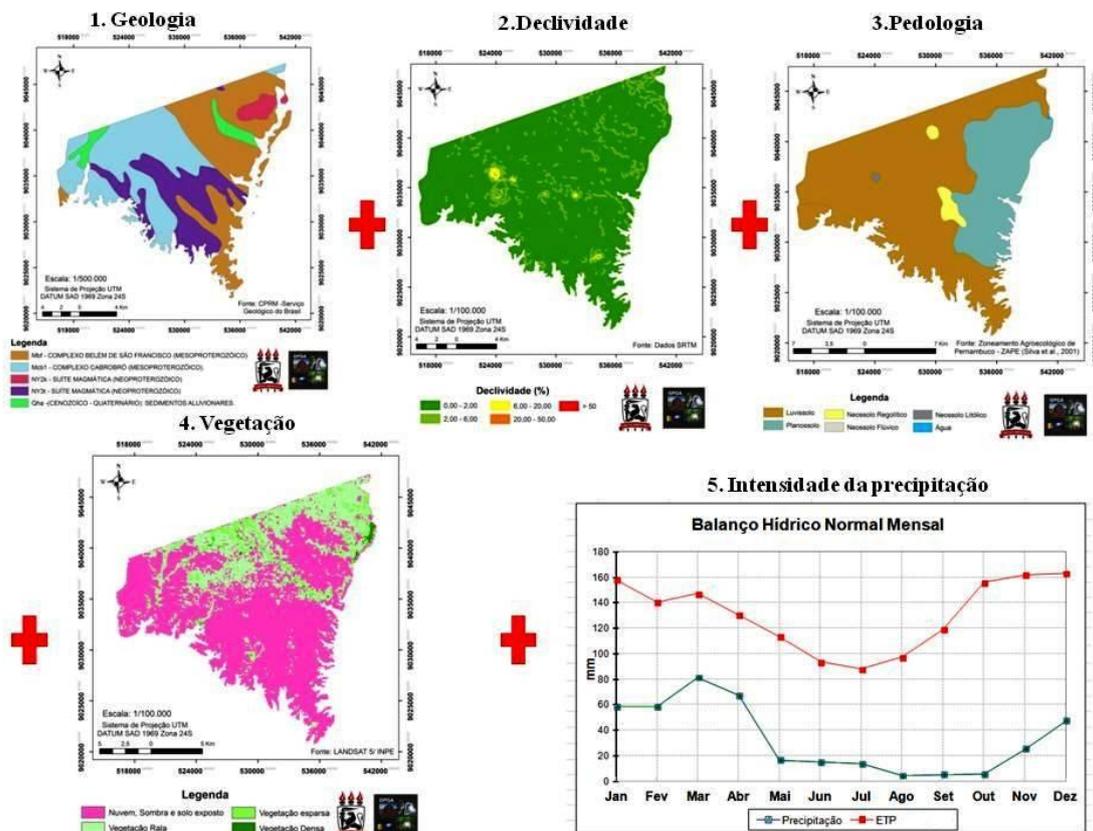


Figura 2: 1. Mapeamento da Geologia, 2. Mapeamento da declividade, 3. Mapeamento da Pedologia, 4. Mapeamento da vegetação a partir da aplicação do índice de realce da vegetação – EVI e 5. Distribuição da precipitação para verificação da sua intensidade. Mapeamentos e distribuição hídrica de Itacuruba – PE, macrorregião do Sertão Pernambucano

Quando avaliado o atributo Geologia se observou as classes: Mbf - Complexo Belém do São Francisco que abrange 35,5% da área, Mcb1 – Complexo Cabrobó que se estende por 35,3% da área e ambas possuem um valor de vulnerabilidade (1,7). Também foram verificadas dois conjuntos de suítes magmáticas que ocupam 24,5% da área com um valor de vulnerabilidade (1,1). E a classe dos sedimentos aluvionares do Quaternário que abrangem 4,3% e possuem um valor de vulnerabilidade (3,0) (Tabela 1). Desta forma observou-se a predominância de classes geológicas na área com valores de vulnerabilidade mais próximas da estabilidade (1,0) e uma pequena área com instabilidade aos processos erosivos com o valor (3,0).

Tabela 1: Valores de vulnerabilidade a erosão da estrutura geológica do município de Itacuruba – PE, macrorregião do Sertão Pernambucano.

Vulnerabilidade do atributo Geologia		
Classe	Área (%)	Valor de Vulnerabilidade
Mbf - Complexo Belém do São Francisco (Mesoproterozóico): Biotita ortognaisses tonalíticos/granodioríticos	35,5	1,7
Mcb1 – Complexo Cabrobó (Mesoproterozóico): Biotita, Gnaiss quartzofeldspáticos	35,3	1,7
NY3t – Suíte Magmática (Neoproterozóico): monzodioritos, monzonitos, quartzo monzonitos – Biotita	21,3	1,1
NY2k - Suíte Magmática (Neoproterozóico): Biotita-anfibólio granitóides grossos a porfíricos	3,2	1,1
Qha – (Cenozóico – Quaternário): Sedimentos aluvionares, arenosos, argilosos e conglomeráticos.	4,3	3,0

Quando avaliado o atributo declividade se observou a predominância das classes: muito baixa (< 2%) e baixa (2 – 6%) entendendo-se por 96,7% da área de estudo, com valores de vulnerabilidade respectivamente (1,0) e (1,5), sendo assim por este critério ocorre uma estabilidade com a predominância da pedogênese. Em 3,23% da área onde ocorrem as classes de declividade média (6 – 20%) e alta (20- 50%) que ocorrem os valores intermediários respectivamente (2,0) e (2,5), ocorrendo um balanço entre pedogênese/morfogênese (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de vulnerabilidade à erosão da declividade do município de Itacuruba – PE, macrorregião do Sertão Pernambucano

Vulnerabilidade do atributo Declividade		
Classe (%)	Área (%)	Valor de Vulnerabilidade
Muito baixa (< 2)	31,3	1
Baixa (2 – 6)	65,4	1,5
Média (6 – 20)	3,01	2
Alta (20 – 50)	0,22	2,5

Na área de estudo predominam os solos do tipo Luvisolo que se estende por 70,2% da área e Planossolo que abrange 27,3% e estes possuem uma vulnerabilidade intermediária de valor (2,0), ocorrendo um equilíbrio entre pedogênese/morfogênese. Ocorrendo também as

classes: dos Neossolos Regolítico, Flúvico e Litólico em apenas 2,37% da área com um valor de vulnerabilidade (3,0) ocorrendo a predominância dos processos morfogenéticos (Tabela 3).

Tabela 3: Valores de vulnerabilidade à erosão dos solos do município de Itacuruba – PE, macrorregião do Sertão Pernambucano

Vulnerabilidade do atributo Pedologia		
Classe	Área (%)	Valor de Vulnerabilidade
Luvissolo	70,2	2,0
Planossolo	27,3	2,0
Neossolo Regolítico	2,12	3,0
Neossolo Flúvico	0,05	3,0
Neossolo Litólico	0,2	3,0

Quanto à vulnerabilidade relativa à cobertura vegetal, se observou que a maior parte da área de estudo 68,9%, se encontrava com o solo exposto, devendo-se considerar que a imagem utilizada foi do período chuvoso, sendo atribuído um alto valor de vulnerabilidade (3,0), pois o solo se encontra sem a proteção da vegetação que contém os efeitos erosivos da chuva. Em 25,2% se verificou uma vegetação do tipo rala, atribuindo-se uma vulnerabilidade alta (3,0), devido ao baixo poder de proteção. Em 5,35% da área se observou uma vegetação do tipo esparsa recebendo esta área um valor intermediário de vulnerabilidade (2,0) e em 0,5% da área uma vegetação densa com uma baixa vulnerabilidade (1,0). Sendo preocupante a situação da cobertura vegetal do município que já vem apresentando indícios de um processo de desertificação (Tabela 4).

Tabela 4: Valores de vulnerabilidade à cobertura vegetal do município de Itacuruba – PE, macrorregião do Sertão Pernambucano

Vulnerabilidade do atributo Vegetação		
Classe	Área (%)	Valor de Vulnerabilidade
Nuvem, sombra de nuvem e solo exposto	68,9	3
Vegetação rala	25,2	3
Vegetação esparsa	5,35	2
Vegetação densa	0,5	1

Por fim foi avaliada a intensidade pluviométrica do município para indicação da vulnerabilidade do atributo clima, e se verificou uma média de precipitação anual de 399,5, ocorrendo o período chuvoso dentro de cinco meses, e com a razão destes fatores se obteve que a intensidade pluviométrica de 79,9 (mm/mês) o que confere uma vulnerabilidade de (1,2) a este atributo sendo considerado estável. A partir da aplicação de uma média aritmética nos valores de vulnerabilidade dos mapeamentos citados anteriormente se obteve o mapa da vulnerabilidade natural à erosão do município de Itacuruba – PE (Figura 3).

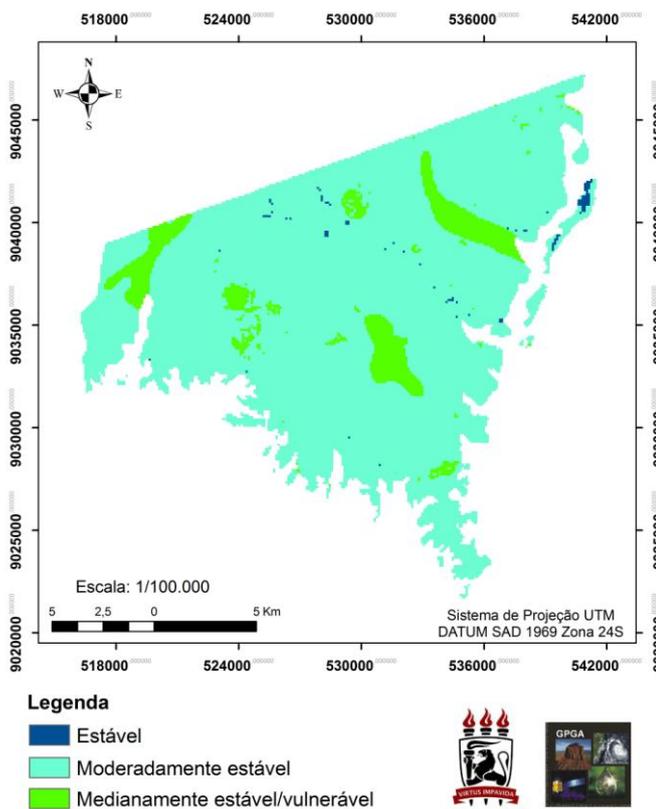


Figura 3: Mapa da vulnerabilidade natural à erosão do município de Itacuruba – PE, macrorregião do Sertão Pernambucano

A partir do mapeamento da vulnerabilidade natural à erosão da área de estudo se observou que predominam na área atributos moderadamente estáveis à erosão com valores de vulnerabilidade que variam de (1, 4 a 1,6), abrangendo 95, 27% da área, predominando os processos pedogenéticos que vão depender da ação climática. Em 4,65% se verificou valores de vulnerabilidade que variaram de (2,0 a 2,2) sendo classificados como medianamente estável/vulnerável, sendo responsáveis por este quadro as áreas com solos mais vulneráveis aliados a falta de cobertura vegetal, ocorrendo um equilíbrio entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos.

4 Conclusões

Através do mapeamento realizado, foi possível verificar que o grau de vulnerabilidade natural à erosão do município de Itacuruba – PE não se mostrou expressivo, ocorrendo o predomínio da classe moderadamente estável em 95,27% da área. As áreas mais vulneráveis são as localizadas junto aos Neossolos, as declividades mais elevadas e em locais com solo exposto.

Agradecimentos

Ao grupo de pesquisa de Sensoriamento Remoto de geoprocessamento (SERGEO) do Departamento de Ciências Geográficas, da Universidade Federal de Pernambuco, pela permissão ao acesso às ferramentas de geoprocessamento.

Referências

- Arnesen, A. S., Maia, J. S. **Análise da vulnerabilidade natural à erosão na bacia hidrográfica do rio Tijucas através de técnicas de geoprocessamento: um subsídio à governança territorial**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, p. 1113 - 1120.
- Asrar, G.; Fuchs M.; Kanemasu, E.T. & Hatfield, J.L. 1984. Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat. **Agronomy Journal**, v. 76, pp. 300–306.
- Beltrão, B. A.; Mascarenhas, J. de C.; Souza Junior, L. C. de; Galvão, M. J. da T. G.; Pereira, S.N.; Miranda, J. L. F. de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Itacuruba, estado de Pernambuco**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.11 p.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. i. **Conservação do solo** – São Paulo: Ícone, 1990,355p.
- Creprani, E.; Medeiros, J. S. de; Filho, P.H.; Florenzano, T. G.; Duarte,V.; Barbosa, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico – econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE, 2001. 124 p. (INPE – 8454 – RPQ/722).
- Felgueiras, C. A. & Câmara, G. **Sistema de Informações Geográficas do INPE**. 1. ed. In: ASSAD, E.D. e SANO, E.E., eds. Sistema de Informações Geográficas:aplicações na agricultura. Brasília, EMBRAPA/CPAC, 1993. P.41-59.
- Gomes, H. A. & Santos, E. J. (org). **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2001. 214 p.
- Huete, A.; DIDAN, K.; Miura, T.; Rodriguez, E.P.; Gao, X. & Ferreira, L.G.,. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**. v. 83, 2002. p.195–213.
- Lepsch, I. F. **Formação e conservação dos solos** – São Paulo: Oficina de textos, 2002,178p.
- Liu, H.Q. & Huete, A. A Feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**. v. 33, 1995.p. 457-465.
- Lopes Assad, M.L. Sistema de informações geográficas na avaliação da aptidão agrícola de terras 1a. ed. In: Assad, E.D. e Sano, E.E., eds. **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília, EMBRAPA/CPAC, 1993. pp. 173 - 199.
- Silva, F. B. R.; Silva, M. A. V.; BarroS, A. H. C.; Santos, J. C. P.; Silva, A. B.; Cavalcanti, A. C.; Silva, F. H. B. B.; Burgos, N.; Parahyba, R. B. V.; Oliveira Neto, M. B.; Souza Neto, N. C.; Araújo Filho, J. C.; Lopes, O. F.; Luz, L. R. Q. P.; Leite, A. P.; Costa, L. G. M.; Silva, C. P. **Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE**. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária). (Embrapa Solos. Documentos; no. 35). ZAPE Digital, CD-ROM. 2001.
- Tricart, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE; SUPREN, 1977. 91 p.
- Xiao, X.; Zhang, Q.; Saleska, S.; Hutyrá, L.; Camargo, P.; Wofsy, S.; Frolking, S.; Boles, S.; Keller, M. & Moore, B. 2005. Satellite-based modeling of gross primary production in a seasonally moist tropical evergreen forest. **Remote Sensing of Environment**. v.94, p. 105–122.