

Uso de ferramentas de geoprocessamento na análise de risco de erosão do solo e relevo: estudo de caso na bacia hidrográfica do submédio rio São Francisco

Cinthyia Antonia Vieira Gurgel ¹

Madson Tavares Silva ¹

Érica Sousa Bidô ¹

Cláudia Andrade Vicente ¹

¹ Universidade Federal do Rio grande do Norte – UFRN

Caixa Postal 1524 – Campus Universitário Lagoa Nova – 59078-970 – Natal - RN, Brasil

cinthya_gurgel@hotmail.com, madson.geotech@gmail.com,

erica_bido@hotmail.com, claudynha_andrade@hotmail.com

Abstract. The Brazilian semiarid region is one of the largest and most populous in the world. It extends over an area covering a total of 974 752 km². Northeastern watersheds, especially those located in the semiarid portion, have been degraded over the decades due to extensive human activity as the removal of native vegetation and the irrational use of land for agriculture and livestock. The erosion of these soils is related to nature itself causes such as the amount and distribution of rainfall, slope, length and shape of slopes, the type of vegetation and also the action of man, as the use and management of land that in most cases, tend to accelerate erosion. The use of a Geographic Information System (GIS) integrated with hydrologic model assists in managing and manipulating data, and through him we observed the erosion potential of soils in BHSRSF, in which much of the study area has an average risk associated with vulnerability patches of soil; beyond a certain degree of stability associated with areas with less than 3% that make up the field of landscape of the basin slopes. Finally, it was observed that one should have a better planning of land use in the near concentrations of water reservoirs regions due to the risks of degradation found.

Palavras-chave: hydrologic modeling, northeast, erosive, modelagem hidrológica, erosão.

1.Introdução

O semiárido brasileiro é um dos maiores e mais populosos do mundo. Segundo Cirilo et al. (2007) ele se estende por uma área que abrange a maior parte de todos os Estados da região Nordeste (86,46%), a parte setentrional do Estado de Minas Gerais (11,01%) e o norte do Espírito Santo (2,51%); e ocupa uma área total de 974.752 km².

As bacias hidrográficas nordestinas, principalmente aquelas situadas na porção semiárida, têm sido degradadas ao longo de décadas devido à extensiva atividade antrópica como a retirada da vegetação nativa e o uso irracional do solo para agricultura e pecuária (Aragão et al., 2002).

A erosão dos solos tem causas relacionadas à própria natureza, como a quantidade e distribuição das chuvas, a declividade, o comprimento e a forma das encostas, o tipo de cobertura vegetal e também a ação do homem, como o uso e o manejo da terra que na maioria das vezes, tende a acelerar os processos erosivos (Mendonça e Guerra, 2004). O processo erosivo pode ser minimizado com o uso integrado de práticas em que o ambiente é considerado como um todo. Desta forma, para que a exploração agrícola possa ser conduzida em bases conservacionistas, torna-se necessário um planejamento racional levando em consideração o conjunto de seus principais atributos físicos, ecológicos e econômicos (Pruski, 2009). As práticas conservacionistas de caráter vegetativo se valem da própria vegetação para defender o solo contra a erosão (Bertoni e Lombardi Neto, 2005), baseando-se, portanto, na busca de manutenção da superfície do solo coberta (Pruski, 2009). A cobertura vegetal é um fator condicionante do processo erosivo. Hudson (1995) relata que a cobertura vegetal funciona como uma capa protetora para o solo e a sua presença é o fator chave na redução da erosão hídrica. Nas últimas décadas, o interesse por estudos de impactos ambientais causados pelas atividades humanas tem movido um considerável número de pesquisadores a estudar

novas ferramentas, inclusive aquelas que buscam simular as transformações ocorridas através das mudanças no uso da água e do solo, levando em consideração a questão da distribuição espacial dentro da bacia em estudo (Santos et al., 2005).

A utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) integrado ao modelo hidrológico auxilia no gerenciamento e manipulação de dados. Segundo Tsou & Whittemorez (2001), o SIG fornece uma plataforma integrada para gerenciar, analisar e exibir dados e pode facilitar a sua compilação, calibração do modelo e a exibição de parâmetros e resultados.

O objetivo do estudo é, então, analisar a pré-disposição da Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco (BHSRSF) a erosão considerando as componentes do relevo e solos.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Área de estudo

2.1.1 Localização

O estudo foi desenvolvido na região do Submédio do Vale do rio São Francisco, que abrange áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco, estendendo-se da cidade de Remanso até a cidade de Paulo Afonso ambas no Estado da Bahia (Figura 1), com 110.446,00 km², ou 17% da área da Bacia do rio São Francisco. Essa região tem 440 km de extensão e a sua população é de 1,944 milhões de habitantes. Ela é composta pelas sub-bacias dos rios Pontal, Garças, Brígida, Pajeú, Moxotó e Xingó, pela margem esquerda; enquanto na margem direita ficam as sub-bacias de Tourão, Salgado, Vargem, Curaçá, Macuru e Poço Comprido assim como descrito pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF, 1999).

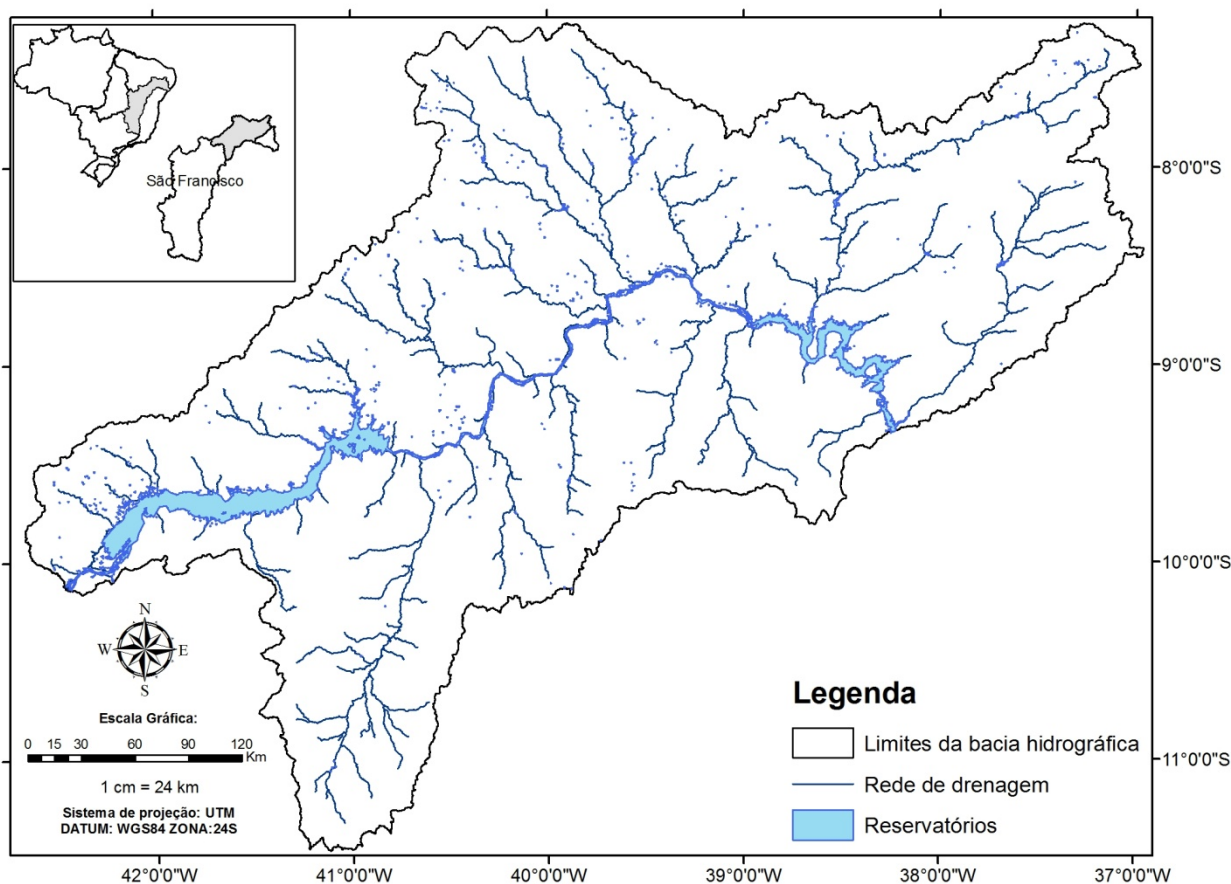


Figura 1. Rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco (BHSRSF) delimitando a área de estudo

2.1.2 Clima

O Submédio do Vale do São Francisco está localizado entre os paralelos 8 e 9°S, cujo clima, BSh segundo classificação Köppen, é caracterizado como tropical semi-árido, com temperatura média anual em torno dos 26°C, pluviosidade de aproximadamente 500 mm e altitude de 330 m em relação ao nível do mar (Teixeira e Azevedo, 2006).

2.1.3 Geologia

Na região do Submédio do Vale do São Francisco, a geologia e o material originário exercem papel de grande importância na formação dos solos, em função da grande variação litológica da região. Segundo CODEVASF (1999), ocorrem áreas do cristalino com predomínio de gnaisses, granitos, migmatitos e xistos, áreas do cristalino recoberto por materiais mais ou menos arenosos e áreas sedimentares recentes de depósitos fluviais.

2.1.4 Relevo

A altitude varia de 200 a 800 m na Chapada Cretácea do Araripe, que se prolonga para leste através da Serra dos Cariris, esculpida em rochas graníticas e gnáissicas de idade pré-cambriana. Do lado sul ressaltam-se as formas tabulares do Raso da Catarina, esculpidas em sedimentos da bacia de Tucano, com altitude variando de 200 a 300 m (CODEVASF, 1999). Topograficamente, a região de estudo se caracteriza por apresentar relevo plano a ondulado com vales muito abertos. A maior parte da região está inserida na Depressão Sertaneja, que constitui uma superfície de pediplanação (depressão periférica do São Francisco), na qual ocorrem cristas e outeiros residuais (CODEVASF, 1999). Não são observados grandes

inselbergues, sendo as fases mais movimentadas do relevo observadas em encostas onde a formação geológica parece ser mais rica em quartzo e quartzito, mais resistentes à erosão (Silva et al., 2000).

2.1.5 Solos

A cobertura pedológica no Submédio do Vale do São Francisco está intimamente relacionada com o clima, o material de origem, a vegetação e o relevo (CODEVASF, 1999). Há predominância de solos das classes dos Latossolos e Argissolos, além da ocorrência de Neossolos Quartzarênicos, Planossolos, Cambissolos, Vertissolos, Luvisolos e, nas áreas mais movimentadas, principalmente, Neossolos e Litossolos (CODEVASF, 1999).

2.1.6 Vegetação

A vegetação de caatinga é predominante em quase toda a área do Submédio do Vale do São Francisco, constituída principalmente por formações xerófilas, lenhosas, decíduais, normalmente espinhosas, com presença de plantas suculentas, tanto com padrão arbóreo como arbustivo, pouco densa a densa e com estrato herbáceo estacional (Andrade Lima, 1992).

2.2 Risco de erosão do solo e relevo

A metodologia para elaboração de mapas que subsidiem a análise de vulnerabilidade Natural à Erosão desenvolvida por Crepani et al. (2001) tem como objetivo apoiar o Zoneamento Ecológico-Econômico apoiado no conceito de Ecodinâmica (Tricart, 1977), que define uma relação entre os processos de morfogênese e pedogênese onde ao predominar a morfogênese prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo, e ao predominar a pedogênese prevalecem os processos formadores de solos.

A estabilidade ou vulnerabilidade, a resistência ao processo natural de erosão das unidades de paisagem natural é definida pela análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo, vegetação e clima. Seguindo esta proposta, cada um destes temas recebe uma pontuação de vulnerabilidade variando entre 1 e 3. Desta forma as unidades mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 2,0 e as unidades de paisagem mais vulneráveis estarão próximas de 3,0.

Como resultado final é apresentado a vulnerabilidade de cada unidade ambiental em função das informações provenientes de cada tema avaliado: substrato rochoso, relevo, vegetação, solos e clima.

Dessa forma, conforme os temas selecionados cinco grandes categorias hierárquicas foram adotadas para a produção final da carta: estável, baixo risco, médio risco, risco moderado, alto risco. Para cada tema selecionado utilizou-se a seguinte classificação conforme Ross (1994). Para o tema declividade do terreno, utilizaram-se os seguintes intervalos de classe e os valores de vulnerabilidade (Tabela 1).

Classes de Declividade (%)	Risco de Vulnerabilidade
< 3	Estável
3 – 6	Baixo Risco
6 – 12	Médio Risco
12 – 20	Risco Moderado
> 20	Alto Risco

Para a hierarquização da variável solo (Tabela 2) foram levados em consideração os tipos de solo encontrados na área de estudo. Assim, os tipos de solo são classificados conforme Ross (1994) de acordo com o grau de vulnerabilidade, e das características texturais,

estruturais, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes.

Tabela 2. Escala de vulnerabilidade para tipos de solo

Tipos de solo	Valor de Vulnerabilidade	Risco de Vulnerabilidade
Latossolo Vermelho-Amarelo	1.0	Baixo Risco
Latossolo Amarelo	1.0	
Argilossolo Vermelho-Amarelo	2.0	Médio Risco
Argilossolo Vermelho	2.0	
Luvissolo Crômico	2.0	
Planossolo Nátrico	2.0	
Planossolo Háptico	2.0	
Cambissolo Háptico	2.5	Moderado
Neossolo Regolítico	3.0	Alto Risco
Neossolo Litólico	3.0	
Neossolo Quartzarênico	3.0	
Neossolo Flúvico	3.0	
Vertissolo Cromado	3.0	

3. Resultados e discussão

A partir da Figura 2 é possível verificar o potencial erosivo dos solos da BHSRSF, em que grande parte da área em estudo apresenta médio risco de vulnerabilidade associado as manchas de solos do tipo Argilossolo Vermelho-Amarelo, Luvissolo Crômico e Planossolo Nátrico (Silva 2014). As áreas de risco moderado são referentes a mancha de solo do tipo Cambissolo Háptico localizado na parte sudoeste da bacia. Por fim localizam-se com maior predominância as área com alto risco nas porções norte, leste e oeste, em detrimento da presença dos solos Vertissolo Cromado, Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico e Neossolo Quartzarênico que apresentam grau 3 segundo a metodologia de Ross (1994).

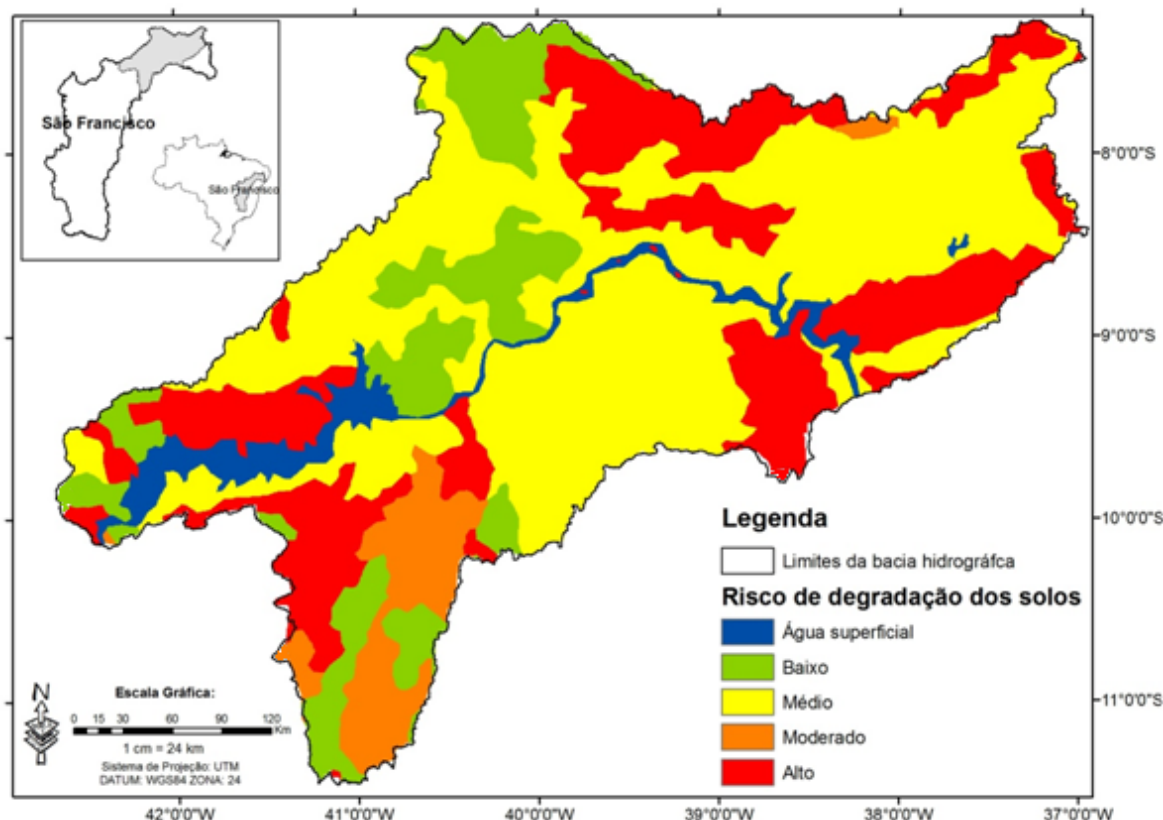


Figura 2. Distribuição espacial do risco de degradação dos solos para Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco (BHSRSF)

Em estudo realizado para a região do Alto Rio Pardo, no município de Pardinho-SP, Ribeiro e Campos (2007) aplicando a metodologia de Crepani identificaram que cerca de 95% da bacia apresentam grau de vulnerabilidade média e moderadamente estável.

A vulnerabilidade associada ao declive da Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco (Figura 3) resulta do grau de inclinação da rampa, que é diretamente responsável pela produção do escoamento superficial e sedimentos, as áreas com declives inferiores a 3% formam o domínio da paisagem da bacia, representando certo grau de estabilidade segundo Ross (1994). Entretanto declives acentuados também são verificados, principalmente próximos a Chapada do Araripe e próximo aos divisores topográficos do reservatório de Sobradinho, como também na bacia hidrográfica do Pajeú nos limites com o Estado da Paraíba, onde se localiza o município de Triunfo-PE. Tais regiões são caracterizadas por declives superiores a 20%, ou seja, apresentam alto risco a degradação do ambiente.

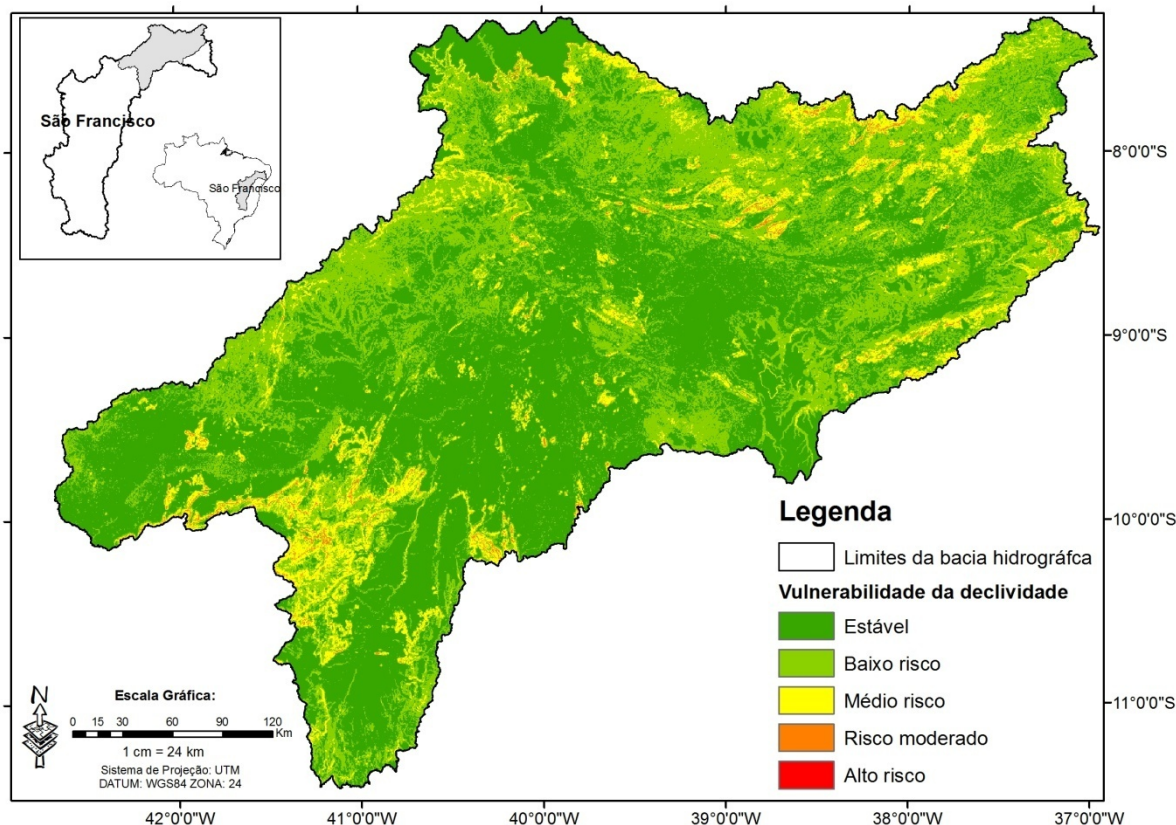


Figura 3. Distribuição espacial da vulnerabilidade da declividade para Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco (BHSRSF)

4. Conclusões

De modo geral, observou-se que a vulnerabilidade está relacionada tanto com declividade como com tipo de solo; e a partir dos resultados gerados sob a forma de mapas verificou-se que os mesmos apresentam-se como ferramentas de grande importância para orientação inicial, objetivando o melhor manejo do solo; a fim de se conseguir produtividade nas atividades antrópicas, atrelada a geração do menor impacto possível.

Analisando-se as características do solo associadas a um potencial degradador maior em conjunto com as características de declividade do terreno, que quanto maiores mais susceptível a erosão a localidade será; pode-se concluir que há predominância de risco médio e uma maior estabilidade em grande parte da BHSRSF; o que permitiria uma variedade de atividades a serem desenvolvidas, caso esse fosse o parâmetro determinante.

Por fim, como a maior predominância das áreas com alto risco está nas porções norte, leste e oeste, devido principalmente a presença dos solos Vertissolo Cromado, Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico e Neossolo Quartzarênico é possível notar-se ainda uma proximidade com as concentrações dos reservatórios, o que torna os estudos para avaliação de impactos das atividades desenvolvidas pelos homens nessas regiões essencial a fim de que se tenha a manutenção das características naturais e adequação as normas vigentes para mantimento do equilíbrio entre meio ambiente e saúde humana e para tomada de decisões sobre execução de obras, além de auxílio no planejamento de medidas mitigadoras.

Referências bibliográficas

Andrade-Lima, D. de. **O domínio das caatingas**. Recife: UFRPE: IPA, 1992. 48p.

Aragão, R.; Srinivasan, V. S.; Lopes, W. T. A.; Silva, A. F. **Avaliação do Modelo CHDM Utilizando Dados de uma Bacia Experimental no Semiárido Nordestino**. In: VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2002, Maceió. Anais... Rio Grande do Sul: ABRH, 2002. CD-Rom

Bertoni, J.; Lombardi, N. F. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005.

Cirilo, J. A.; Campello Netto, M. S. C.; Montenegro, S. M. G. L.; Asfora, M. C. **Caracterização do Semi-Árido Brasileiro**. In: Cirilo, J. A.; Cabral, J. J. S. P.; Ferreira, J. P. C. L.; Oliveira, M. J. P. M.; Leitão, T. E.; Montenegro, S. M. G. L.; Góes, V. C. O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2007. p. 33-60.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Inventário de projetos**. Brasília: rev. atual. 3. ed. 1999. 223p.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. de; Azevedo, L. G. DE.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. São José dos Campos: INPE, 2001. 25p

Hudson, N. **Soil conservation**. London: BT Batsford, 1995.

Mendonça, J. K. S.; Guerra, A. J. T. **Erosão dos solos e a questão ambiental**. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Guerra, A. J. T. e Vitte, C. A. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004. p. 225-251.

Pruski, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 54p.

Ross, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, FFLCH/ USP, São Paulo, n.6, p. 63-74, 1994.

Ribeiro, F. L.; Campos, S. **Vulnerabilidade à erosão do solo na região do Alto Rio Pardo, Pardingho - SP**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.6, p.628-636, 2007.

Santos, C. A. G., Srinivasan, V. S.; Silva, R. M. **Evaluation of optimized parameter values of a distributed runoff: erosion model applied in two different basins**. IAHS Publ., v. 292, p. 101 - 109, 2005.

Silva, F. B. R.; Riché, G. R.; Tonneau, J. P.; Souza Neto, N. C. de; Brito, L. T. L.; Correia, R. C.; Cavalcanti, A. C.; Silva, F. H. B. B. da; Silva, A. B. da; Araújo Filho, J. C. de; Leite, A. P. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico e prognóstico**. Recife: Embrapa Solos Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste ERP/NE; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. Documentos, 14

Silva, M.T. **Mudança no uso de solo e no aporte de sedimentos na bacia hidrográfica do submédio rio São Francisco**. Campina Grande: UFCG, 2014. 122p. Tese Doutorado

Teixeira, A. H. C. Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA – 1963 a 2009. Série Documentos - Embrapa Semiárido, 2010 21p. Teixeira, A. H. C.; Azevedo, P. V. **Zoneamento agroclimático para a videira europeia no estado de Pernambuco, brasil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria-RS, v. 4, n. 1, p. 139-145, 1996.

Tricart, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977. 91p.

Tsou, M. S.; Whittemorez, D. O. **User interface for ground-water modeling: ArcView Extension**. Journal of Hydrologic Engineering, v. 6, n. 3, p. 251-257, 2001.