CARTA DE SUSCETIBILIDADE A EROSÃO DO MUNICÍPIO DE ALIANÇA – PE A PARTIR DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO

EROSION SUSCEPTIBILITY MAP OF ALIANÇA MUNICIPALITY (PERNAMBUCO STATE, BRAZIL) FROM MULTICRITERIA ANALYSIS

Fabrizio de Luiz Rosito Listo¹

fabrizio.listo@ufpe.br

Joaquim Pedro de Santana Xavier¹

joaquimpedro05@gmail.com

180

ABSTRACT

Erosion, depending on its intensity, can generate negative responses to the landscape such as agricultural, material and human losses. Thus, the studies that support the control and prevention of erosive processes are extremely relevant. Therefore, the aim of this work is to evaluate the susceptibility to linear erosion processes in the Aliança municipality, northern coastal zone of Pernambuco State, which is currently subject to active erosion due to continued agricultural practices. In order to accomplish this aim, two susceptibility scenarios were generated based on multicriteria analysis, through the identification of a combination of conditioning factors. In spite of showing different percentage distributions, both scenarios presented a predominance of strong erosion classes, thus confirming the influence of morphological, pedological and land use factors, among others, upon the intensification of erosive features.

Keywords: Multi-criteria analysis; erosive processes; susceptibility map.

¹ Docente, Departamento de Ciências Geográficas, UFPE.

RESUMO

A erosão, a depender de sua intensidade, pode gerar situações negativas à paisagem tais como perdas agrícolas, materiais e de vidas humanas. Neste sentido, a realização de estudos que subsidiem o controle e a prevenção de processos erosivos é extremamente relevante. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a suscetibilidade a processos erosivos lineares no município de Aliança, Zona da Mata Norte de Pernambuco, atualmente sujeito a erosão em função de práticas agrícolas constantes. Para cumprir este objetivo, foram gerados dois cenários de suscetibilidade a partir da análise multicritério por meio da combinação de fatores condicionantes. Embora com distribuições percentuais distintas, ambos os cenários apresentaram predominância de classes de erosão fortes, confirmando a influência de fatores condicionantes morfológicos, pedológicos, de usos da terra, entre outros, na potencialização de feições erosivas.

Palavras-chave: Análise Multicritério; processos erosivos; carta de suscetibilidade.

CONTEXTO DA PESQUISA

A erosão é um processo natural ao longo do tempo geológico, atuando no modelamento e no desgaste da superfície terrestre e que envolve a retirada e o transporte dos materiais que compõe o solo (BIGARELLA, 2003; GUERRA e JORGE, 2013). Entretanto, ações de desmatamentos; determinados usos da terra (ex. agricultura e obras de engenharia); parâmetros morfológicos (ex. convergência de fluxos de água); características pedológicas e litológicas, além de precipitações intensas, podem causar desequilíbrios nos sistemas geomorfológicos, potencializando processos erosivos lineares e gerando perda da produtividade de solos agricultáveis, de patrimônios materiais e de vidas humanas, danos a obras de infraestrutura, inutilização de recursos naturais, entre outros (CHRISTOFOLETTI, 1980; GUERRA, 1994; CANIL, 2001; LEPSCH, 2002; ALMEIDA FILHO et al, 2009; XAVIER et al., 2010).

Considerando os danos causados na paisagem, inúmeras pesquisas foram desenvolvidas para prevenir e controlar a potencialização de processos erosivos, bem como, avaliar seus fatores condicionantes, visando a formação de políticas públicas que estabeleçam um melhor planejamento do uso da terra. No caso de sítios arqueológicos, por exemplo, muitos deles foram prejudicados por processos erosivos que desgastam as camadas arqueológicas, comprometendo sua existência e as possibilidades de estudo. Dessa forma, o controle da erosão tem passado por um aprimoramento a partir da utilização de ferramentas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e outras Geotecnologias, inclusive em áreas de difícil acesso.

182

Dentre as diversas metodologias de análise da suscetibilidade erosiva, destacam-se as análises multicritérios, que possibilitam integrar diversos fatores condicionantes dos processos erosivos, inclusive em escalas municipais, como por exemplo, litologia, tipos de solos, uso da terra e parâmetros morfológicos (ex. declividade e curvatura) (BURROUGH e MCDONELL, 1998; CÂMARA e MEDEIROS, 2000; VALLADARES et al, 2012).

Somente no Estado de Pernambuco, foram oficialmente registradas, entre 1991 e 2012, 32 ocorrências de erosão, sobretudo lineares (ravinas e voçorocas), muitas vezes influenciadas pela ocupação acelerada, comprometendo, por exemplo, a qualidade de áreas agrícolas (CEPED, 2013). Nesse contexto, destaca-se a Zona da Mata Pernambucana, tradicional área de cultivos agrícolas, principalmente pela

plantação de cana-de-açúcar desde o período colonial. Inserido nesta região, o município de Aliança mantém esta tradição econômica, porém com o declínio do ciclo do açúcar, as monoculturas de cana foram reduzidas, sobretudo em função da falência de engenhos e de usinas sucroalcooleiras da área. Dessa forma, grandes áreas de cultivo da cana foram substituídas por pastos, por vegetação rasteira de gramíneas e por áreas com solo exposto, degradadas e mais suscetíveis a processos erosivos, em função da potencialização do escoamento superficial. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a suscetibilidade a processos erosivos lineares por meio da análise multicritério no município de Aliança, Zona da Mata Norte de Pernambuco.

183

ÁREA DE ESTUDO

O município de Aliança localiza-se na mesorregião da Zona da Mata Pernambucana, mais precisamente na microrregião da mata Setentrional, distando 72km da capital Recife, contemplando um território de 272km² (Figura 1). A região se encontra em uma área de transição entre os tabuleiros costeiros sedimentares a leste e o Planalto da Borborema a oeste, apresentando em seu relevo, morros bastante dissecados pela drenagem (CPRM, 2005). A maior parte do município localiza-se nos níveis cristalinos antecedentes a Borborema, com altitudes variando de 10m a 350m (BRASIL, 2000).

Pedologicamente, sobre as superfícies suaves e onduladas localizam-se solos do tipo Planossolos e Argissolos, altamente suscetíveis a processos erosivos, nas

mais elevadas, solos Litólicos e nos fundos de vales, Gleissolos (RESENDE et al., 1995; CPRM, 2005). A região tem uma rede de drenagem bastante desenvolvida, localizando-se dentro da bacia do Rio Goiana. A litologia é composta pelos Complexos Vertente e Salgadinho, Granitóides indiscriminados e o Grupo Barreiras, esta última, uma cobertura sedimentar de idade miocênica a pleistocênica inferior, com grande suscetibilidade erosiva (CPRM, 2005).

Possui um clima tropical quente e úmido, com chuvas de outono-inverno (classificado como As' conforme Köppen), com pluviometria média anual de 1.200mm (BRASIL, 1973), o que acarretou em uma vegetação original de Mata Seca, subcaducifólia (VASCONCELOS, 1949). Entretanto, esta vegetação original foi substituída por *plantations* de cana-de-açúcar, ainda no período colonial. O município contava com mais de 75 engenhos, distribuídos em seu território administrativo, além da usina de açúcar, Usina Aliança.

Com o declínio do ciclo do açúcar, as monoculturas de cana tornaram-se insipientes, sobretudo em função da falência dos engenhos e das usinas de açúcar da região, tornando o solo exposto a potencialização de escoamentos superficiais, onde foram verificadas feições erosivas em campo (Figura 2).

Figura 1: Localização da área de estudo, (Município de Aliança-PE).

Figura 2: Exemplo de feição erosiva na região em área desmatada devido o cultivo de cana-de-açúcar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a avaliação da suscetibilidade erosiva, foram gerados dois grupos de cenários (cenário 1 e cenário 2) utilizando-se a análise multicritério, conforme os objetivos do trabalho. Considerando que a carta de suscetibilidade a erosão possui um caráter sistêmico, a análise multicritério tem como premissa a combinação dos principais fatores condicionantes erosivos, por meio de mapas temáticos em ambiente SIG, no qual foram atribuídos diferentes pesos a cada um. Dessa forma, em um primeiro momento foram gerados os mapas temáticos e em um segundo momento tais mapeamentos foram combinados com diferentes pesos para a geração dos cenários de suscetibilidade.

186

Mapas temáticos (fatores condicionantes)

Foram selecionados como fatores condicionantes para este trabalho os parâmetros morfológicos de declividade e de curvatura, que influenciam respectivamente na energia de escoamento e na distribuição do conteúdo de água sobre as encostas, condicionando com maior ou menor intensidade o processo erosivo; a litologia, que provoca comportamentos distintos de erosão a depender de suas características; os tipos de solos, que definem os padrões erosivos de acordo com suas especificidades de textura, de capacidade de infiltração da água e de resistência ao escoamento superficial e o uso da terra, na qual os diferentes tipos de uso e cobertura podem influenciar a aceleração de processos erosivos (CANIL, 2001; VALLADARES et al., 2012; DANIEL e VIEIRA, 2015, entre outros).

Para a elaboração dos mapas topográficos de declividade e de curvatura foi gerado, inicialmente, um Modelo Digital do Terreno (MDT) a partir da digitalização de seis cartas topográficas em escala 1:25.000 fornecidas pelo Exército Brasileiro. Tendo como base a vetorização dos dados planialtimétricos das referidas cartas, o MDT foi elaborado com resolução de $1m^2$ por meio do módulo *Topo to Raster* (ferramenta *3D Analyst*) no *software ArcGIS 10.3*. Com o MDT finalizado, foram elaborados os mapas de declividade e de curvatura por meio da ferramenta *Raster Surface* (ferramenta *3D Analyst*) também no *software ArcGIS 10.3*.

As cartas de Litologia e de Solos foram geradas, respectivamente, a partir da compilação de dados fornecidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2005) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (BRASIL, 2000). Por fim, a carta de Uso da Terra foi elaborada a partir da fotointerpretação de imagens de satélite obtidas nos *softwares Google Earth* e BING em escala 1:20.000 cuja legenda foi baseada em Almeida e Freitas (1996) e Valladares et al. (2012).

187

Cenários de suscetibilidade

Após a geração dos mapas temáticos, foram atribuídos pesos equivalentes à sua importância na suscetibilidade erosiva (Tabelas 1 a 5) consagrados na literatura geomorfológica (ROSS; 1994 e CREPANI et al., 2000) e que foram validados em campo de acordo com a realidade local. Primeiramente, foram utilizados pesos de

1 a 5 em cada classe temática, na qual quanto maior o peso, maior a sua importância e influência como condicionante erosivo (ex. classe de declividade entre 20%-30%, peso 04 com importância forte). Para este procedimento foi utilizada a ferramenta *Reclassify* do módulo *Spatial Analyst* (software *ArcGIS 10.3*), que permitiu a atribuição dos pesos à cada classe temática.

DECLIVIDADE		
CLASSES	PESO	IMPORTÂNCIA
0% - 6%	1	Muito fraca
6% - 12%	2	Fraca
12% - 20%	3	Média
20% - 30%	4	Forte
> 30%	5	Muito forte

Tabela 1: Atribuição dos pesos para as classes de declividade.

CURVATURA		
CLASSES	PESO	IMPORTÂNCIA
Côncavo	5	Muito forte
Retilíneo	4	Forte
Convexo	2	Fraca

Tabela 2: Atribuição dos pesos para as classes de curvatura.

LITOLOGIA				
CLASSES	TEMPO GEOLÓGICO	DESCRIÇÃO	PESO	IMPORTÂNCIA
Complexo Salgadinho	Paleoproterozóica	Ortognaisse tonalítico e granítico	3	Média
Complexo Vertentes	Mesoproterozóica	Quartzito, metapelitos e rochas metavulcânicas	3	Média
Granitoides indiscriminados	Neoproterozóica	Granito, granodiorito, monzogranito.	1	Muito fraca
Grupo Barreiras	Cenozóica	Arenito, conglomerado e intercalações de siltito	5	Muito forte

Tabela 3: Atribuição dos pesos para as classes de litologia.

SOLOS		
CLASSES	PESO	IMPORTÂNCIA
Argissolo Vermelho	5	Muito forte
Argissolo Vermelho-Amarelo	5	Muito forte
Neossolo Litólico	5	Muito forte
Planossolo Háptico	3	Média
Gleissolo Háptico	5	Muito forte

Tabela 4: Atribuição dos pesos para as classes de solos.

USO DA TERRA		
CLASSES	PESO	IMPORTÂNCIA
Açude	1	Muito fraca
Solo Exposto	5	Muito Forte
Áreas agrícolas	4	Forte
Vegetação Herbácea	3	Média
Cana-de-açúcar	4	Forte
Pasto	3	Média
Mata	1	Muito fraca
Área Urbana	4	Forte

Tabela 5: Atribuição dos pesos para as classes de uso da terra.

Em um segundo momento, cada mapa temático recebeu um peso que variou em uma escala de 0%-100% (0-1). Diferentemente do procedimento anterior, no qual os pesos foram atribuídos a cada classe, nesta etapa os pesos foram atribuídos à capa mapa de uma forma geral para que fosse possível indicar a influência de cada fator condicionante na potencialização de processos erosivos.

Para esta análise utilizaram-se as ferramentas *Map Algebra*, *Raster Calculator* (módulo *Spatial Analyst/ArcGIS*). Foram gerados dois grupos de cenários (Tabela 6) com atribuição de pesos diferenciados em cada mapa temático visando uma melhor comparação da influência de cada fator condicionante nos mapas finais de suscetibilidade.

CENÁRIOS DE SUSCETIBILIDADE		
MAPA TEMÁTICO	PESOS (0-1) [CENÁRIO 1]	PESOS (0-1) [CENÁRIO 2]
Declividade	0,2	0,2
Litologia	0,15	0,15
Solos	0,25	0,3
Uso da Terra	0,2	0,25
Curvatura	0,2	0,1

Tabela 6: Atribuição dos pesos para cada mapa temático (cenários 1 e 2).

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Fatores condicionantes

Com relação à declividade, o município apresenta uma distribuição homogênea entre todas as classes. Das mais declivosas (>20%) e, portanto, mais sujeitas aos processos erosivos, observou-se uma Frequência de Distribuição (FD) de 56% (Figura 3 e Figura 4). Litologicamente, as duas maiores classes (complexos Vertentes e Salgadinhos) abrangem 92% do território, com importância média na potencialização de processos erosivos. Já o Grupo Barreiras, considerado de maior potencial erosivo devido suas características sedimentares e mais frágeis, perfaz apenas 7% na região (Figura 3 e Figura 4).

Nas classes de solos, que apresentam a maior importância à suscetibilidade erosiva em ambos os cenários, aquelas com importância muito forte (Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo, Neossolos e Gleissolos), juntos abrangem quase a totalidade do município com 98% (Figura 3 e Figura 4).

No mapa de uso da terra, a classe cana-de-açúcar, com importância forte, apresenta uma frequência (FD) de 52% e as classes pasto e vegetação herbácea somadas perfazem 36% da região, ambas com importâncias médias (Figura 3 e Figura 4). Com relação às formas das encostas, há uma frequência (FD) mais elevada para encostas convexas (57%), que são as menos suscetíveis aos processos erosivos devido à dispersão dos fluxos de água durante eventos pluviométricos intensos (Figura 3 e Figura 4).

Cenários de suscetibilidade

O cenário 1 apresentou aproximadamente 53% de classes de suscetibilidade a erosão Forte, seguidos de cerca de 44% com índice Médio, 3% Muito Forte e menos de 1% Fraco (Figura 5 e Tabela 7). Destaca-se que a classe de suscetibilidade Muito Fraca não apresentou nenhum percentual na área.

A classe Forte é predominante muito provavelmente em função da presença elevada das classes de solos Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo, Neossolos e Gleissolos, além de usos da terra com cana-de-açúcar, pastos e vegetação herbácea, todos muito suscetíveis aos processos erosivos.

Figura 3: Mapas temáticos de Declividade (A); Litologia (B); Solos (C); Uso da terra (D) e Curvatura (E), utilizados nos Cenários de Suscetibilidade.

Figura 4: Frequência de Distribuição (FD) das classes de Declividade (A); Litologia (B); Solos (C); Uso da terra (D) e Curvatura (E).

A classe Média manifesta-se pelo arranjo de condicionantes isolados, tais como áreas com cobertura vegetal, litologias de granitoides indiscriminados recobertas com planossolos (Figura 5 e Tabela 7). Já a classe Muito Forte é condicionada pelas declividades maiores que 30% e a classe Fraca ocorre em áreas mais planas com encostas convexas (Figura 5 e Tabela 7).

No cenário 2, a classe Forte também foi predominante, apresentando, desta vez, uma frequência de aproximadamente 73% (Figura 5 e Tabela 7). As demais classes também tiveram suas frequências alteradas, tais como o crescimento da classe Muito Forte (cerca de 20% neste cenário) e o decréscimo da classe Média (aproximadamente 4%). Novamente, a classe Fraca apresentou menos de 1% e a Muito Fraca não se manifestou (Figura 5 e Tabela 7).

O comportamento diferente das classes de suscetibilidade ocorreu, possivelmente, devido à redução do peso da curvatura e a redistribuição entre os condicionantes solos e uso da terra; observando-se, assim, a influência das formas da encosta como condicionante erosivo neste tipo de análise.

No cenário 1, os condicionantes morfológicos de declividade e de curvatura se anularam em algumas áreas, uma vez que receberam os mesmos pesos (0,2), além de coincidirem áreas declivosas, mais suscetíveis, mas em encostas convexas, menos suscetíveis. Já no cenário 2, com atribuição menor aos pesos de curvatura, foi possível observar com maior precisão a influência da declividade, de maneira

que as áreas com declividade superior a 30% foram as que geraram a elevação das classes Muito Forte e Forte (Figura 5 e Tabela 7). Nesse sentido, a classe Forte se deve a presença de solos e usos da terra mais suscetíveis e a classe Muito Forte ocorre nas áreas mais declivosas.

Em outras pesquisas, Valadares et al. (2012) ao estudarem o município de Guararapes (SP) obtiveram resultados semelhantes aos deste trabalho, em função do maior aparecimento de classes fortes de suscetibilidade à erosão devido à influência da declividade. Almeida Filho et al. (2009) avaliaram a suscetibilidade à erosão para o estado de São Paulo e Canil (2001) para o município de Franca (SP). Em ambos os trabalhos, a condicionante curvatura não foi utilizada e, dessa forma, os resultados se assemelham aos encontrados no cenário 2 desta pesquisa.

196

Figura 5: Mapas de Suscetibilidade a Erosão do Município de Aliança-PE (Cenários 1 e 2).

Indexadores: Latindex, ISI, Google Scholar

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS CLASSES DE SUSCETIBILIDADE		
CLASSES	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Muito Fraca	0	0
Fraca	0,14%	0,02%
Média	44,24%	3,89%
Forte	52,76%	75,61%
Muito Forte	2,86%	20,48%

Tabela 7: Frequência (%) das classes de suscetibilidade em ambos os cenários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciaram por meio da análise multicritério, as áreas do município mais suscetíveis para a ocorrência de processos erosivos. Dessa forma, a carta de suscetibilidade a erosão, em escala municipal, é um importante parâmetro para compor, junto com outros aspectos, as diretrizes para o planejamento do uso e ocupação do território e a gestão dos recursos naturais, incluindo-se a preservação de sítios arqueológicos.

Especificamente para o município de Aliança observou-se que nas áreas em que predominam cultivos agrícolas, ocorreram às classes mais suscetíveis à erosão (Forte e Muito Forte) em ambos os cenários. Tal situação necessita de um cuidado técnico pela gestão pública, tendo em vista a relevância destes produtos agrícolas para a economia do município e que possuem grande potencialidade de serem afetados por processos erosivos.

A geração dos dois cenários foi relevante para se observar a influência de diferentes fatores condicionantes, como por exemplo, a curvatura, que embora possua uma grande importância para a gênese de processos erosivos, tem sido pouco explorada em análises multicritérios.

Apesar do grau de subjetividade existente em análises multicritérios, esta pesquisa teve o cuidado de utilizar os valores mais consagrados pela literatura geomorfológica em cada um dos fatores condicionantes avaliados. Dessa forma, os produtos cartográficos, bem como as análises geradas podem ser utilizados pela gestão pública no melhor planejamento do território ao integrarem ferramentas administrativas, tais como Planos Diretores e as Leis Orgânicas do município.

198

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, G. S. de; GOUVEIA, M. I. F.; RIDENTE JÚNIOR, J. L.; CANIL, K. IX-003 – Prevenção e Controle Da Erosão Urbana no Estado de São Paulo. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES - Trabalhos Técnicos, p.1-12, Rio de Janeiro, 2009.

ALMEIDA, M.C.J.; FREITAS, C.G.L. Uso do solo urbano: suas relações com o meio físico e problemas decorrentes. In: Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, p. 195-200, São Carlos, 1996.

BIGARELLA, J. J. Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Vol. III. 2.ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco. V. 1. Recife: EMBRAPA, 38p. (Boletim Técnico, 11).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. V. 1. Recife: Sudene, 359p. (Boletim Técnico, 26), 1973.

BURROUGH, P.A.; MCDONELL, R.. Principles of Geographical Information Systems. Oxford, Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, G. e MEDEIROS, J. S. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Orgs.). Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, SP: INPE, 2001, cap. 10. p. 1-36, 2000.

CANIL, K. Metodologia para Elaboração da Carta de Risco de Erosão do Município de Franca, SP. In: VII Simpósio Nacional De Controle De Erosão. Goiânia. Anais.... p. 1 – 8, 2001.

CEPED. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis, 126 p.: il. Color, 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CPRM (Recife). Ministério de Minas e Energia. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea Estado de Pernambuco: Diagnóstico do município de aliança. Recife: p. 1-20, 2005.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T; BARBOSA, C. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento EcológicoEconômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos: INPE, 2000.

DANIEL, E.; VIEIRA, B. C. A Evolução das Feições Erosivas da Bacia do Córrego Espreado, São Pedro (SP). Boletim Goiano de Geografia (Online). Goiânia, v. 34, n. 2, p. 339-358, maio/ago, 2015.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil, p. 149-209, 1994.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Erosão dos solos e movimentos de massa – recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.) Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013, pp. 7-30.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo (SP): Oficina de Textos, 178p, 2002.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: Revista do Departamento de Geografia nº8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

VALLADARES, G. S.; GOMES, A. S.; TORRESAN, F.E.; RODRIGUES, C. A. G.; GREGO, C, R., Modelo Multicritério Aditivo na Geração de Mapas de Suscetibilidade à Erosão em Área Rural. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1376-1383, set, 2012.

VASCONCELOS, S. As Regiões naturais de Pernambuco, o meio ambiente e civilização. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1949.

XAVIER, F.V.; CUNHA, K.L.; SILVEIRA, A.; SALOMÃO, F.X.T. Análise da suscetibilidade à erosão laminar da Bacia do Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, utilizando Sistemas de Informações Geográficas. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.11, p.51-60, 2010.