



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## VULNERABILIDADE À EROSÃO DOS SOLOS NA BACIA DO ALTO RIO PARAÍBA, SEMIÁRIDO PARAIBANO

Patricia da Conceição Dornellas <sup>(a)</sup>, Vinicius da Silva Seabra <sup>(b)</sup>, Rafael  
Albuquerque Xavier <sup>(c)</sup> e Richarde Marques da Silva <sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPB, p.dornellas@uol.com.br

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia, FFP-UERJ, vinigeobr@yahoo.com.br

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia, UEPB campus I, xavier@educ.uepb.edu.br

<sup>(d)</sup> Orientador, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPB,

**Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais**

### Resumo

O alto curso da bacia do Rio Paraíba foi contemplado pela transposição do Rio São Francisco, a qual jogará 18m<sup>3</sup>/s de água no seu curso principal, garantindo segurança hídrica para seus reservatórios. Apesar disso, a bacia vem sofrendo com o aumento do desmatamento. Dentre as consequências da diminuição da cobertura vegetal da caatinga, destaca-se o aumento da erosão dos solos e o consequente assoreamento dos corpos hídricos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade à erosão dos solos na bacia. Foi utilizada a metodologia proposta por Crepani et. al. (2001). A vulnerabilidade é gerada a partir do cruzamento das variáveis geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima. Os resultados encontrados eram esperados, pois a bacia apresenta pouca variabilidade espacial pluviométrica, geológica e geomorfológica. A vulnerabilidade à erosão dos solos na bacia é intermediária, contudo com as mudanças de uso e cobertura do solo a tendência é aumentar o grau de vulnerabilidade.

**Palavras chave: susceptibilidade; erosão dos solos; semiárido**

### 1. Introdução

O manejo inadequado dos solos e as sucessivas mudanças de uso da terra promovem impactos no ambiente, como a erosão dos solos e a sua perda de produtividade, comprometendo, assim, a sustentabilidade do ambiente. De acordo com Lin *et al.* (2013) a



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

erosão dos solos é responsável pela degradação de 85% das terras do globo, sendo um dos principais problemas ambientais do mundo. Neste sentido, a erosão do solo torna-se preocupação mundial em áreas agrícolas, pois gera impacto biofísico nas funções do solo, serviços ecossistêmicos, recursos hídricos e sustentabilidade da paisagem, além dos impactos socioeconômicos associados a degradação da terra. Assim, os solos agrícolas são mais susceptíveis à erosão devido à falta de cobertura vegetal, redução da estabilidade dos agregados, selagem e compactação do topo do solo (CERDÀ *et al.*, 2017).

No Brasil, a erosão do solo e a degradação das terras representa um grande problema. O fenômeno afeta as áreas urbanas e rurais dentro do extenso território nacional. As taxas de erosão são significativas, sendo em alguns casos superiores a 100 toneladas por hectare por ano (GUERRA *et al.*, 2014). Segundo Santos *et al.* (2007), nas regiões semiáridas, a degradação dos solos pela erosão hídrica é um sério problema e por isso vem sendo estudada nas últimas décadas por órgãos e pesquisadores que se preocupam com os aspectos e as relações socioeconômicas e físicas da região. Souza *et al.* (2004) alertam para os riscos da desertificação, onde o uso indiscriminado dos recursos naturais, principalmente na zona semiárida, tida como ambiente ecologicamente instável e de forte ação antrópica, faz com que esta área seja considerada extremamente vulnerável.

De acordo com Souza *et al.* (2009), os estudos sobre a desertificação no Brasil têm seu início na década de 70, e desde então a região do Cariri Paraibano, onde situa-se a bacia do Alto Rio Paraíba, é apontada como de ocorrência intensa dos processos de desertificação. Todavia, os autores destacam que, apesar desse reconhecimento inicial, foi apenas na década de 90 que se desenvolveram estudos sistemáticos sobre o tema na região. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade à erosão dos solos na bacia do Alto Rio Paraíba e compreender o comportamento espacial das variáveis



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do Alto Rio Paraíba está localizada no alto do Planalto da Borborema, e abrange a Mesorregião da Borborema e as Microrregiões do Cariri Ocidental e Oriental da Paraíba (Figura 1). A bacia possui aproximadamente 6.280 km<sup>2</sup> e engloba totalmente os territórios de 12 municípios, são eles: São Sebastião do Umbuzeiro, São João do Tigre, Zabelê, Monteiro, Prata, Ouro Velho, Amparo, Sumé, Camalaú, Congo, Coxixola e Caraúbas.

Segundo Nascimento *et al.* (2014), o clima varia de semiárido a sub-árido seco na bacia do Alto Rio Paraíba. Apresenta chuvas concentradas entre 3 e 4 meses (fevereiro, março, abril e maio), com médias anuais que variam de 250 a 900 mm. As médias térmicas anuais são em torno de 26°C e a insolação média anual é de 2.800 horas. A umidade relativa do ar é de 50% e as taxas médias de evaporação são em torno de 2.000 mm/ano.

A geologia da bacia do Alto Rio Paraíba é composta por rochas cristalinas que compõem o Escudo Pré-Cambriano do Nordeste. Constituído por formações oriundas do proterozóico e o arqueozóico, compostas por quartzitos, gnaisses, migmatitos e micaxistos. As rochas metamórficas correspondem a aproximadamente 85% da área total da bacia, enquanto as rochas ígneas representam 15%. Esse percentual de exposição de rochas graníticas é semelhante ao apontado por Maia e Nascimento (2018) para todo o nordeste setentrional. Esses corpos graníticos são decorrentes da orogênese brasileira (JARDIM DE SÁ, 1994).

A paisagem geomorfológica da bacia do Alto Rio Paraíba é marcada, predominantemente, por extensas superfícies suavizadas (Figura 5). As áreas de planícies fluviais somadas as superfícies de dissecação com colinas rebaixadas, de amplitude altimétrica até 60 metros, representam aproximadamente 60% da área total (Tabela 2). Segundo Mabessone





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

pouco profundos. Na bacia do Alto Rio Paraíba dominam os luvisolos, os neossolos litólicos, neossolos regolíticos e os planossolos, juntos representam mais de 90% da área total.

A bacia do Alto Rio Paraíba está situada dentro do bioma da Caatinga. Com o processo de ocupação para o interior, a vegetação de caatinga foi diminuindo em área em substituição a diversas atividades econômicas: pecuária extensiva, agricultura tradicional, monoculturas (algodão), extrativismo vegetal (lenha), mineração e expansão urbana. Atualmente, a vegetação de caatinga densa representa 46% da área da bacia do Alto Paraíba. Esse valor apesar de baixo, revelando forte transformação da cobertura original, ainda é elevado comparado com outras áreas no semiárido paraibano. Seabra *et al.* (2014) apontaram para uma cobertura total de caatinga na bacia do Rio Taperoá, tributária do Rio Paraíba, de apenas 26% em 2009.

## **2.2. procedimentos metodológicos**

Para avaliar a susceptibilidade à erosão dos solos na bacia do Alto Rio Paraíba foi utilizado a metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001), por ser uma metodologia eficaz e adequada ao que se propõe (LOPES e SALDANHA, 2016) e de fácil aplicação (ZAPAROLI e CREMON, 2010).

A metodologia de vulnerabilidade natural à erosão dos solos de Crepani *et al.* (2001) está ancorada na morfodinâmica de unidades de paisagens, baseada na teoria da ecodinâmica de Tricart (1977). Para tanto, estabeleceu diferentes níveis de morfodinâmica da paisagem resultantes de processos de morfogênese e pedogênese. Assim, a estabilidade morfodinâmica da paisagem seria marcada pela predominância dos processos pedogenéticos (formação de solos), enquanto a instabilidade morfodinâmica seria um produto do domínio morfogenético na paisagem, ou seja, dos processos erosivos. Deste modo, estabeleceram 21 classes de vulnerabilidade à perda de solo, variando desde as situações de estabilidade, com predomínio da pedogênese (valores próximos a 1,0), passando por situações intermediárias (valores próximos a 2,0) até situações de instabilidade, com domínio dos processos morfogenéticos (valores





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

próximos a 3,0). Para mensurar a vulnerabilidade à erosão, Crepani *et al.* (2001) definiram a seguinte equação:

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5} \quad (1)$$

sendo: V = vulnerabilidade, G = vulnerabilidade para o tema Geologia, R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia, S = vulnerabilidade para o tema Solos, Vg = vulnerabilidade para o tema vegetação e C = vulnerabilidade para o tema Clima.

O Fator Geologia (G) é avaliado em função do tipo de rocha, onde cada litologia oferece uma resistência ao intemperismo e a erosão. As informações geológicas da bacia foram extraídas do mapa geológico do Estado da Paraíba elaborado pelo CPRM na escala 1:500.000.

O Fator Geomorfologia (R) expressa as relações do relevo no processo de perdas de solos. Para a classificação do relevo na bacia do Rio Paraíba, foram considerados como descritores: a amplitude do relevo e a declividade. A amplitude e a declividade foram obtidos seguindo a metodologia de Xavier *et. al.* (2016). A vulnerabilidade para o tema Geomorfologia foi obtida a partir da equação 2:

$$R = \frac{A + D}{2} \quad (2)$$

no qual: R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia, A = vulnerabilidade atribuída à amplitude altimétrica e D = vulnerabilidade atribuída à declividade.

Para a bacia do Alto Rio Paraíba, foram feitas adaptações da proposta de Crepani *et al.* (2001), onde foi excluído o grau de dissecção por não ser considerado relevante para bacias semiáridas e a amplitude altimétrica foi agrupada em 5 classes para facilitar o cruzamento com a declividade.

O fator Solos (S) representa o papel atribuído aos diferentes tipos de solos, suas propriedades e composições e a sua susceptibilidade a erosão. Bertoni e Lombardi *neto* (1993)



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

e o de Crepani, *et al.* (1996), definiram valores para cada tipo de classe de solo. As informações pedológicas da bacia serão obtidas através da vetorização do mapa de solos dos municípios que fazem parte da bacia, elaborados pela SUDENE/EMBRAPA, na escala 1:400.000. O fator uso e cobertura foi trabalhado em cima do mapa gerado por Dornellas *et. al.* (2018).

O fator clima (C) é proposto baseado no potencial erosivo das chuvas em uma região. Para estabelecer a erosividade da chuva, Crepani *et al.* (2001) apresentam um método simples, que é baseado na pluviosidade média anual e na duração do período chuvoso. Os autores propõem a Intensidade Pluviométrica (mm/mês), que é calculada segundo a equação 3:

$$IP = \frac{PMA}{DPC} \quad (3)$$

Onde: IP = Intensidade Pluviométrica (mm/mês), PMA = pluviosidade média anual (mm) e DPC = duração do período chuvoso (meses). Os dados pluviométricos utilizados para o cálculo da Intensidade Pluviométrica foram obtidos através do Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB) da Agência Nacional de Águas (ANA) no endereço eletrônico <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Foram utilizados dados de 19 postos pluviométricos, sendo 13 dentro e 6 fora da bacia. Os dados compreendem o período de 1963 a 2008. Depois de realizados os cálculos, os dados foram interpolados para toda a bacia, utilizando o *software* ArcGis 9.3.®

A vulnerabilidade à erosão dos solos proposta por Crepani *et al.* (2001) foi calculada utilizando álgebra de mapas, no *software* ArcGis 9.3.®, a partir da multiplicação de todos os fatores da equação.

### 3. Resultados e discussões

Os resultados da vulnerabilidade natural à erosão dos solos para a bacia do Alto Rio Paraíba mostraram o predomínio do grau “medianamente estável/vulnerável”, representando quase 80% da área total (Tabela 1 e Figura 2). O grau de vulnerabilidade “moderadamente estável” dominou em 19,8% da bacia que, juntamente com a classe anterior, representam



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

99,26% da área. As classes “estável” e “moderadamente vulnerável” foram discretas e a classe vulnerável não foi registrada.

Tabela 1. Graus de vulnerabilidade à erosão para a bacia do Alto Rio Paraíba

Grau de vulnerabilidade	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Estável	32,74	0,52
Moderadamente estável	1240,59	19,83
Medianamente estável / vulnerável	4970,26	79,43
Moderadamente vulnerável	13,89	0,22
Total	6257,483	100

Os resultados da metodologia de Crepani *et al.* (2001) aplicada a bacia do Alto Rio Paraíba revelam uma homogeneidade espacial das categorias de vulnerabilidade. Este fato pode ser explicado pelas características dos temas cruzados para a obtenção da vulnerabilidade à erosão. Ao analisar os temas em separado, observa-se que essa homogeneidade é comum devido as características fisiográficas da bacia (Figura 3).

Os temas geologia e clima foram os que apresentaram menor variação espacial na escala de vulnerabilidade (1,1 a 1,8), predominando valores próximos a 1, caracterizando esses temas como contribuidores para o grau de “estabilidade” (Figura 3). O tema geomorfologia, representado pela amplitude do relevo e declividade, apesar de registrar valores de vulnerabilidade de toda a escala (1 a 3) na bacia, os altos valores vulnerabilidade (próximo a 3) foram restritos espacialmente na bacia. Essa característica também foi observada por Chaves *et al.* (2015), que estudou o risco à degradação das terras na bacia do rio Taperoá, no qual avaliaram que em relação à declividade, o risco é predominantemente muito baixo (59,3%) e baixo (27,7%), cujas classes estão representadas por áreas planas a suave onduladas.

Os temas solos e uso e cobertura da terra foram os que apresentaram alto grau de vulnerabilidade em partes significativas da bacia. Os solos da bacia são considerados de alta suscetibilidade à erosão, por isso predominaram valores medianos (2) a alto (3). Essa característica também foi observada por Chaves *et al.* (2015) na bacia do Rio Taperoá. Os





XVIII  
SBGFA

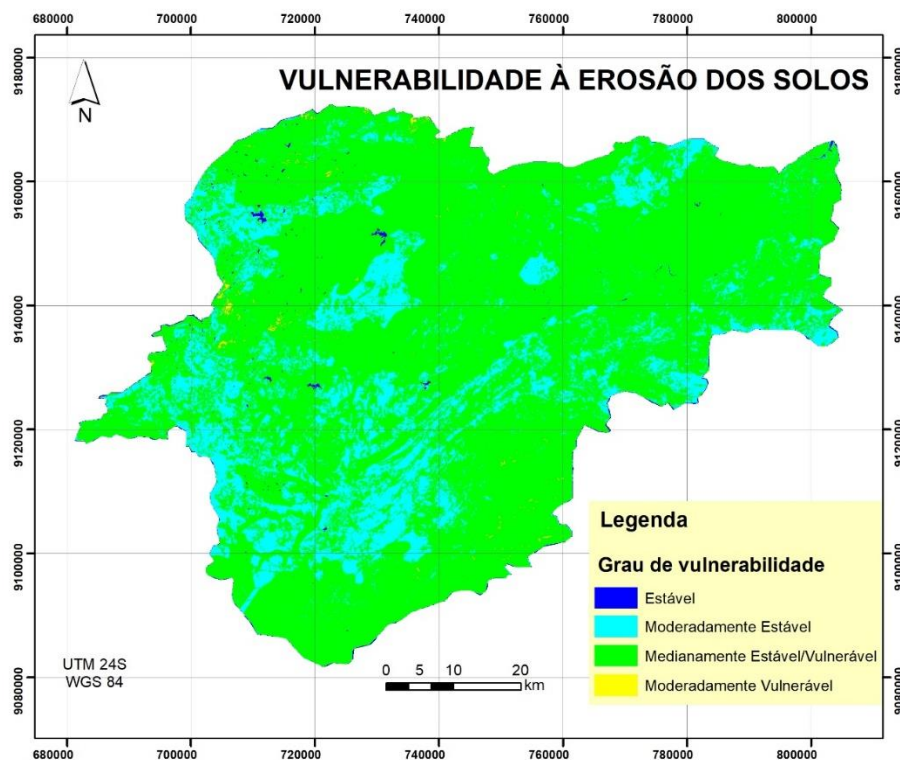
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

autores apontaram que a classe dos Neossolos Litólicos e dos Luvisolos apresentam alto risco à degradação devido a sua alta erodibilidade. Os Neossolos Regolíticos foram classificados como de muito alto risco de degradação devido sua erodibilidade.

Figura 2. Vulnerabilidade à erosão dos solos na bacia do Alto Rio Paraíba.



O tema vegetação, representado pelo mapa temático uso e cobertura do solo, também mostrou porções expressivas da bacia com grau de alta vulnerabilidade. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 2006), citado por Lacerda (2003), a cobertura vegetal de caatinga era de cerca 30% nas bacias do alto rio Paraíba e Taperoá. Segundo Albuquerque *et al.*, (2001), em áreas desmatadas no semiárido paraibano, os Luvisolos apresentam perdas anuais de  $58,5 \text{ t/ha}^{-1}$ . Para os autores essa classe de solo possui alta susceptibilidade à erosão hídrica que é potencializada pelas chuvas intensas, cobertura vegetal decídua e uso de técnicas agrícolas tradicionais.



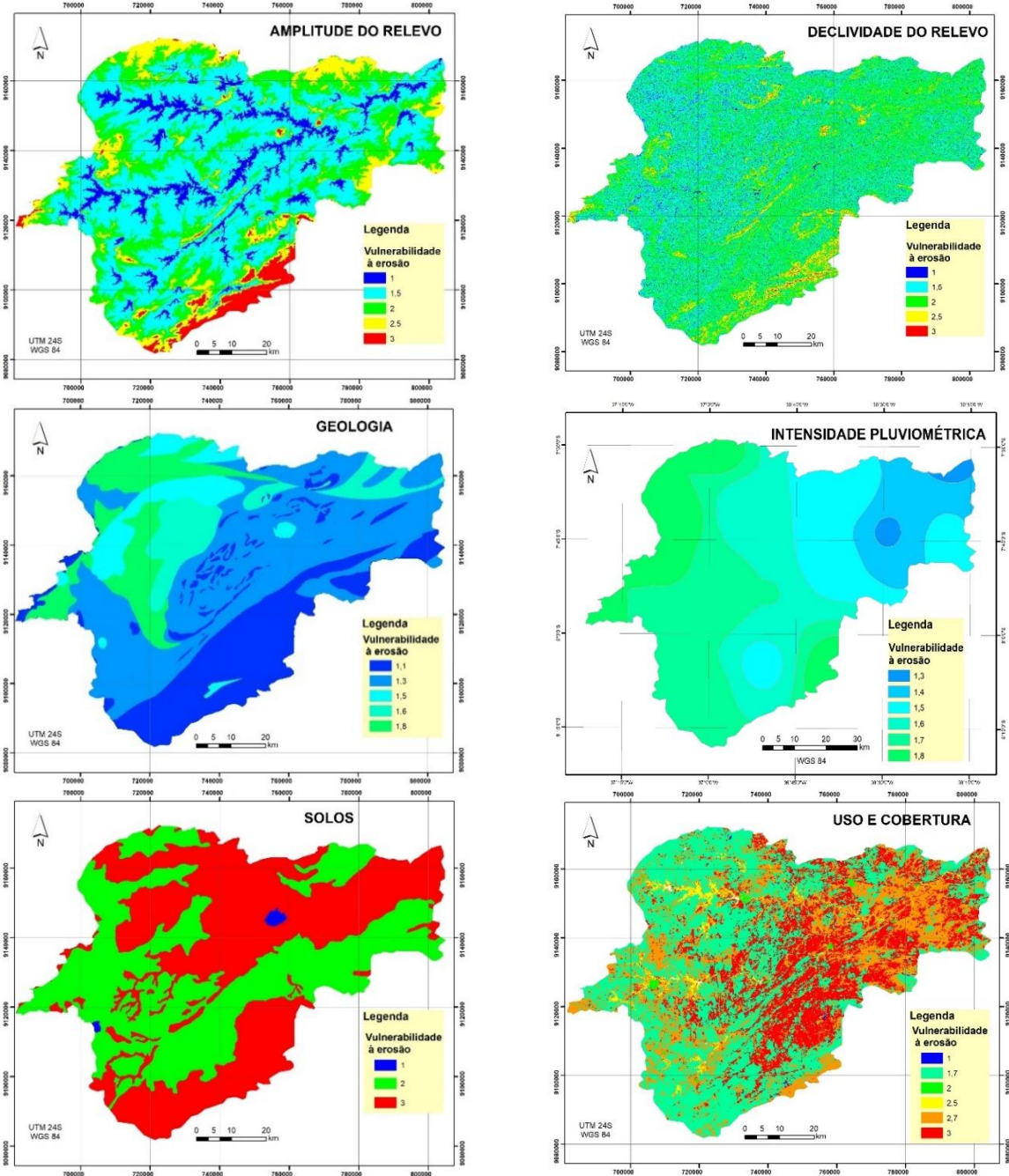
XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 3. Variáveis temáticas analisadas para a vulnerabilidade à erosão dos solos na bacia do Alto Rio Paraíba.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

#### 4. Considerações finais

A vulnerabilidade à erosão dos solos de Crepani (2001), mostrou ser um modelo simples e de fácil aplicação. Os resultados eram esperados, pois de fato a bacia apresenta pouca variabilidade espacial pluviométrica, geológica e geomorfológica. Os fatores fundamentais para aumentar a vulnerabilidade em algumas partes da bacia foram os solos e o uso e cobertura. Contudo, ressalta-se que por se tratar de uma metodologia elaborada para ser aplicada em qualquer área do território nacional, contempla uma grande diversidade de valores para representar toda a diversidade brasileira. Nesse aspecto, perde-se sensibilidade de detecção de variações em áreas como o semiárido, fazendo com que pareçam ser paisagens mais homogênea do que são na realidade.

#### 5. Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, A. W., LOMBARDI NETO, F. & SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um luvisolo em Sumé (PB). **R. Bras. Ci. Solo**, 25:121-128, 2001.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação dos solos. São Paulo: Ícone, 1990. 335p.
- CERDÀ, ARTEMI & RODRIGO-COMINO, JESÚS & GIMÉNEZ-MORERA, ANTONIO & KEESSTRA, SASKIA. (2017). An economic, perception and biophysical approach to the use of oat straw as mulch in Mediterranean rainfed agriculture land. *Ecological Engineering*. 108PA. 162-171. 10.1016/j.ecoleng.2017.08.028.
- CHAVES, I. B.; FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, E. R. V. de & CHAVES, L. H. G. Modelagem e mapeamento da degradação da caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 183 – 195, jan. – mar., 2015.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico econômico. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 8., Salvador, 1996. Anais. São Paulo: Image Multimídia, seção de Comunicações Técnico-Científicas. 1 CD-ROM, 1996.
- DORNELLAS, P. da C; SEABRA, V. da S.; XAVIER, R. A. & SILVA, R. M. da. Estimativa de perdas de solo na bacia do Alto Rio Paraíba, Região Semiárida do Estado da Paraíba. *OKARA: Geografia em debate*, v.11, n.2, p. 338-350, 2017.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; JORGE, O. M. DO C. & ALEXANDRE, S. T. Soil Erosion and Conservation in Brazil. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. - Vol. 37 - 1 / (2014) 81-91.
- JARDIM DE SÁ, E.F., SOUZA, Z.S., VASCONCELOS, P.M.P., SAADI, A., GALINDO, A.C., LIMA, M.G., OLIVEIRA, M.J.R. Marcos temporais para a evolução cenozóica do Planalto da Borborema. **X Simp. Nac. Estudos Tectônicos**, 2005.
- LACERDA, A. V. de. **A semi-aridez e a gestão em bacias hidrográficas**: visões e trilhas de um divisor de ideias. João Pessoa: Autor Associado/UFPB, 164p. 2003.
- LIN, C., ZHOU, S.L. AND WU, S.H., 2013. Using hyperspectral reflectance to detect different soil erosion status in the Subtropical Hilly Region of Southern China: a case study of Changting, Fujian Province. *Environment Earth Science*, 70, pp.1661–1670
- LOPES, M. S. & SALDANHA, D. L. Análise de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio ao planejamento ambiental do oeste da bacia hidrográfica do Camaquã – RS. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, N. 68/9, p. 1689-1708, Out/2016.
- MABESSONE, J. M. Panorama geomorfológico do Nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, n.56, 1978. p.1-16.
- NASCIMENTO, S.S.; LIMA, E. R. V. & LIMA, P. P. S. Uso do NDVI na análise temporal da degradação da caatinga na sub-bacia do Alto Paraíba. *OKARA: Geografia em debate*, v.8, n.1, p. 72-93, 2014
- PARAÍBA/GOVERNO DO ESTADO. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA. PERH-PB: **Plano Estadual de Recursos Hídricos**: resumo executivo & atlas / SECTMA; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. – Brasília, DF: Consórcio TC/BR – Concremat, 2006.
- SANTOS, CELSO A. G., SILVA, RICARDE MARQUES DA & SRINIVASAN, VAJAPPEYAM S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba. **OKARA: Geografia em debate**, v.1, n.1, p. 16-32, 2007.
- SEABRA, V. da S.; XAVIER, R. A.; DAMASCENO, J. & DORNELLAS, P. da C. Distribuição dos remanescentes de caatinga por unidades geomorfológicas da bacia do rio Taperoá-PB. *Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEONORDESTE 2014 Aracaju, Brasil, 18-21 novembro 2014*, 289-293.
- SOUZA, B. I.; SILANS, A.M.B.P.; SANTOS, J.B. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2-3, 2004.
- SOUZA, B.I., SUERTEGARAY, D.M.A. e LIMA, E.R.V. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 08, número 16, 2009, 217-232.
- XAVIER, R. A.; SEABRA, V. S.; DAMASCENO, J. & DORNELLAS, P. C. da. Mapeamento geomorfológico da bacia do Rio Paraíba (PB) utilizando classificação baseada em objetos. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.10, n.23, mai./ago. de 2016. p.139-152.