

## Mapeamento da degradação das terras de caatinga<sup>(1)</sup>

**lêde de Brito Chaves**<sup>(2)</sup>; **Paulo Roberto Megna Francisco**<sup>(3)</sup>; **Lúcia Helena Garófalo Chaves**<sup>(4)</sup>; **Eduardo Rodrigues Viana de Lima**<sup>(5)</sup>; **Bernardo Barbosa da Silva**<sup>(6)</sup>

<sup>1</sup>Trabalho financiado pelo Projeto de Pesquisa nº 35/20109 INSA/CT-Hidro-CNPq; <sup>2</sup>Doutor Prof. Aposentado CCA/UEPB, Campina Grande-PB, iedebchaves@hotmail.com; <sup>3</sup>Doutorando do PPGEA, Universidade Federal de Campina Grande; <sup>4</sup>Profa. Dra. Depto. de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande; <sup>5</sup>Prof. Doutor Depto. de Geociências, Universidade Federal da Paraíba; <sup>6</sup>Prof. Doutor, Depto. Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande.

**RESUMO:** A desertificação definida como a degradação das terras áridas, semiárida e subúmida se constitui um grave problema mundial. Com tecnologias de sensoriamento remoto e da geoinformática é possível realizar diagnósticos, com baixo custo, de amplos territórios. Modelos relativamente simples podem descrever com certo grau de confiança os processos de degradação ambiental. Este trabalho é uma contribuição à análise do ambiente semiárido, reunindo informações sobre vegetação, relevo e solo, num modelo estimativo da degradação das terras da bacia do rio Taperoá. Ocorre degradação alta e muito alta (26,9%) e média (46,2%) das terras da bacia; a baixa e muito baixa cobertura da vegetação (59,2%) e a alta erodibilidade dos solos (53,8%) são os principais fatores de risco a degradação, enquanto que a baixa e muito baixa declividade das terras (87%) o fator mitigador.

**Termos de indexação:** desertificação; erodibilidade e geoprocessamento.

### INTRODUÇÃO

A desertificação definida como a degradação das terras áridas, semiárida e subúmida se constitui um grave problema mundial, com consequências ambientais, sociais e econômicas preocupantes. A área de estudo deste trabalho se insere no Programa Nacional de Combate a Desertificação (PAN-Brasil), como área de grau grave de desertificação, tendo sido escolhida como uma das áreas piloto, prioritária para o desenvolvimento de ações mitigadoras do programa (Brasil, 2005).

Na atualidade, com o desenvolvimento das tecnologias de sensoriamento remoto e da geoinformática, as ferramentas disponíveis para a realização de inventários e diagnósticos ambientais são facilmente disponíveis e de baixo custo, permitindo, com agilidade, auxiliar o monitoramento e a gestão de amplos territórios (Florenzano, 2002).

Modelos relativamente simples podem descrever com certo grau de confiança os processos de degradação ambiental, facilitando a complementação de diagnósticos integrados dos

recursos naturais e das suas relações com as atividades humanas. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo fazer a estimativa e realizar o mapeamento da degradação das terras da bacia hidrográfica do rio Taperoá, no Estado da Paraíba.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Taperoá, com uma extensão territorial de 5.686,37 km<sup>2</sup>. Abrange total ou parcialmente 22 municípios e localiza-se na região do Cariri, sobre o Planalto da Borborema, no estado da Paraíba (**Figura 1**).



**Figura 1** - Mapa de localização da área de estudo.  
Fonte: Adaptado de IBGE (2009); AESA (2011).

O rio Taperoá apresenta regime temporário e é um contribuinte do rio Paraíba. A altitude varia, em grande parte, de 300 a 600m, com relevo predominantemente suave ondulado. A drenagem é voltada para sudeste, o que facilita a penetração das massas Atlânticas, propiciando temperaturas amenas (<26°C) e uma gradual distribuição da precipitação (400 a 800mm), que aumenta com a altitude no sentido dos divisores (Souza et al., 2009; Aesa, 2011). A vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila, encontrando-se em grau diverso de recomposição e degradação (Barbosa et al., 2007). Os solos predominantes na área de estudo (**Figura 2**) são o Luvisolo Crômico Vértico, fase pedregosa, relevo suave ondulado. Ocorre também o Vertissolo, relevo suave ondulado e ondulado nas partes mais baixas; o Neossolo

Regolítico e o Planossolo Nátrico, relevo plano e suave ondulado, no centro e norte e nas áreas mais acidentadas, o Neossolo Litólico Eutrófico fase pedregosa, substrato gnaisse e granito (Paraíba, 1978).

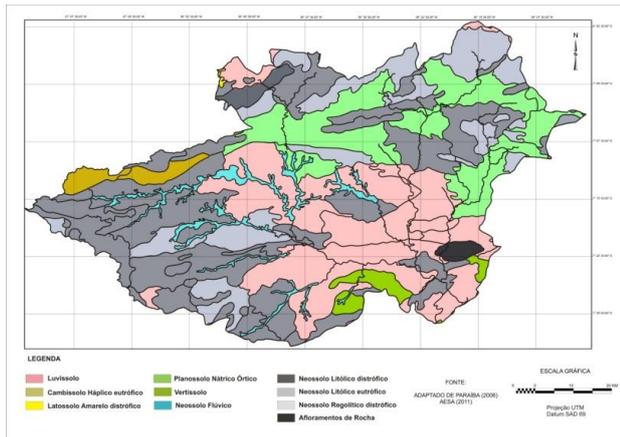


Figura 2 - Mapa de solos da área de estudo.

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); AESA (2011).

### Estimativa da degradação

O modelo proposto para estimativa da degradação das terras foi aplicado por Francisco (2013). Este parte da premissa de que o grau atual de degradação das terras da caatinga (IDTC) é função inversa da cobertura da vegetação (IV) e direta da declividade do terreno (ID) e da erodibilidade dos solos (IE). Podendo ser assim, representado:

$$IDTC = IV \times ID \times IE \quad (\text{Eq. 1})$$

Não foi considerado o fator erosividade da chuva, uma vez que a área de estudo é relativamente pequena e homogênea do ponto de vista climático. Outro aspecto não considerado é o fator tempo, como se sabe, para as mesmas condições de uso e manejo, o grau de degradação das terras varia com o tempo.

### Índice de vegetação (IV)

Foi adotada a metodologia proposta por Chaves et al. (2008), na qual, a partir da classificação da vegetação descrita no campo é definido o índice de biomassa da vegetação lenhosa (IBVL), representativo do porte e da densidade da vegetação classificada.

Para os padrões de vegetação obtidos da imagem procedeu-se a segmentação em cinco classes de risco, estabelecendo-se seus respectivos índices numéricos, conforme apresentados na **tabela 1**.

### Índice de declividade (ID)

Foi utilizado o mosaico digital do SRTM, dos quadrantes SB-24ZB e SB-24ZD, e no programa Global Mapper geradas as curvas de nível com equidistância de 10 metros. As classes de declive foram geradas a partir da técnica de triangulação, utilizando o programa SPRING tendo como base de dados as curvas de nível. Em seguida procedeu-se o mapeamento em cinco classes de declividade (**Tabela 1**).

### Índice de erodibilidade (IE)

Foi utilizada a metodologia proposta por Chaves et al. (2004), baseada no modelo proposto por Denardin (1990), onde dados de textura da classificação Internacional são convertidos para classificação Americana para obtenção do parâmetro granulométrico (M), e as descrições da drenagem dos perfis dos solos em classes de permeabilidade (P) para aplicação na fórmula de determinação proposta por Denardin (1990):

$$K=0,00000797(M)+0,0029283(P) \quad (r^2=0,9561) \quad (\text{Eq.3})$$

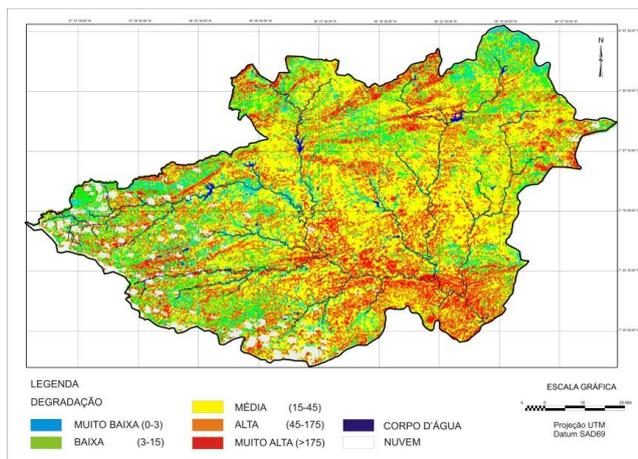
O Índice de degradação das terras de caatinga (IDTC) é estimado pela **equação 1**, cujos parâmetros estão quantificados e escalonados na **tabela 1**. A definição dos limites das classes de degradação foi feita por aproximação das condições de risco de erosão, oferecidas pela conjunção do grau de riscos dos três parâmetros do modelo, baseado nos critérios de limitação da Classificação de Capacidade de Uso das Terras (Lepsch et. al., 1996). Os valores do IDTC podem variar de 1, para uma condição de risco mínimo a degradação, a 729, para uma condição em que a vulnerabilidade à degradação é máxima para todos os parâmetros do modelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos aos parâmetros do modelo serão discutidos de forma integrada na análise dos resultados do mapeamento da degradação. A **figura 3** representa a espacialização dos prováveis níveis de degradação em que se encontram as terras da bacia hidrográfica do rio Taperoá. Embora se reconheça as limitações relativas aos métodos e procedimentos da determinação e obtenção dos dados, pode se afirmar que os resultados obtidos foram satisfatórios para prognosticar a degradação das terras da bacia.

Baseado nos dados da **tabela 2**, pode-se afirmar que, 11,9% das terras da bacia apresentam grau muito alto e 15% grau alto de degradação. Uma grande área de ocorrência destas classes de

degradação localiza-se no terço inferior da drenagem (**Figura 3**), e estão associadas às áreas de ocorrência dos Luvisolos Crômicos vérticos, com erodibilidade alta e a classe muito alta de risco a erosão devido a vegetação arbustiva e subarbustiva rala, aí predominante. Perdas médias anual de  $65,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ , em parcela mantida sem a proteção da vegetação foram observados neste tipo de solo (Albuquerque et al., 2005).



**Figura 3** - Mapa de degradação das terras.

Apesar da predominância dos solos Neossolos Litólicos no terço oeste da bacia, classificados como de erodibilidade alta, observa-se nesta área, um grande percentual de classes de degradação baixa e muito baixa, isto devido a maior cobertura vegetal e ao relevo mais plano, como se pode observar nos mapas temáticos. Em termos de área de abrangência (**Tabela 2**), os fatores que mais contribuem para a degradação das terras na bacia são a erodibilidade alta dos solos (53,8%) e a baixa cobertura da vegetação nas classes de risco alta (15%) e muito alta (11,9%). Por outro lado, a declividade com classes de risco muito baixo e baixo contribui para amenizar os riscos de degradação, em 87% da área da bacia. Áreas mais distantes da linha de drenagem, declivosas e de difícil acesso são normalmente mais preservadas (Paes-Silva et al., 2003; Sousa et al., 2009).

Pôde se constatar uma imprecisão deste prognóstico de degradação, na área ao norte, ao longo da linha do divisor, mapeada nas classes alta e muito alta de degradação. Estas são áreas agrícolas de Neossolo Regolítico com relevo plano à suave ondulado, onde não se observou em campo, problemas sérios de erosão, contudo, a baixa proteção pela vegetação e a estimativa muito alta da erodibilidade do solo fizeram elevar a estimativa da degradação. Por outro lado, a área de localizada na

linha do divisor a noroeste, guarda uma classificação de degradação coerente, classe muito baixa e baixa, uma vez que, apesar de ser uma área declivosa, o solo, um Cambissolo, apresenta erodibilidade muito baixa e encontra-se bem protegida pela vegetação. No geral (**Tabela 2**), apesar do grande percentual de área com solo de erodibilidade alta (53,8%), a muito baixa e baixa declividade (87%), a muito alta e alta cobertura da vegetação (59,2%) compensaram os níveis de degradação das terras, havendo uma predominância da classe média de degradação em 46,2% da bacia.

## CONCLUSÕES

O IDTC (Índice de Degradação das Terras de Caatinga) retrata com razoável fidelidade ao estado de degradação das terras da bacia do rio Taperoá.

A erodibilidade por ser um fator de determinação mais complexa e apresenta resultado incoerente para áreas de ocorrência de Neossolos Regolíticos, sobre-estimando o grau de degradação da terra.

Apesar do risco muito alto e alto de degradação das terras devido a baixa e muito baixa cobertura da vegetação, em 59,2% da área da bacia, a declividade plana e suave ondulada em 87% da área, contribui para amenizar os riscos à degradação das terras, com um prognóstico de degradação de grau médio para 46,2% da área da bacia.

A degradação alta e muito alta ocorre em 26,9% da área da bacia, concentrando-se no seu terço inferior e médio, ao longo do rio Taperoá, estando aí, associada à erodibilidade alta dos Luvisolos Crômicos vérticos e a degradação da cobertura vegetal. Nas demais áreas de ocorrência, estão associadas a unidades do solo Neossolo Regolítico, com erodibilidade muito alta e as áreas mais declivosas, como linhas de serras ou terrenos ondulados com vegetação arbustiva e subarbustiva rala a aberta.

## REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2010. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em 25 de março de 2011.

ALBUQUERQUE, A. W.; MOURA FILHO, G.; SANTOS, J. R.; COSTA, J. P. V.; SOUZA, J. L. Determinação de fatores da equação universal de perda de solo em Sumé, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 9:153-160, 2005.

BARBOSA, M. R. V.; LIMA, I. B. de; LIMA, J. R.; CUNHA, J. P. da; AGRA, M. de F.; THOMAS, W. W. Vegetação e flora no Cariri paraibano. *Oecol. Bras.* 11:313-322, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil. Brasília-DF, 2005. 213p.

CHAVES, I. B.; SLACK, D. C.; GUERTIN, D. P.; LOPES, V. L. Estimativa da erodibilidade e sua relação com outros atributos dos solos do Estado da Paraíba. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, Santa Maria, 2004. Anais...SBCS, Santa Maria, 2004.

CHAVES, I. B.; LOPES, V. L.; FFOLIOTT, P. F.; Paes-Silva, A. P. Uma classificação morfo-estrutural para descrição e avaliação da biomassa da vegetação da caatinga. *Revista Caatinga*, 21:204-213, 2008.

DENARDIN, J. E. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. Piracicaba. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, 1990. 114p.

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo; Oficina de Texto, 2002. 97p.

FRANCISCO, P. R. M. Modelo de mapeamento da deterioração do Bioma Caatinga da bacia hidrográfica do Rio Taperoá, PB. 97f. Tese (Doutorado em Engenharia

Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 12 março de 2011.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4.a Aprox. SBCS, Campinas-SP, 1996. 175p.

PAES-SILVA, A. P.; CHAVES, I. B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Açude Namorado no cariri oriental paraibano. *Revista Agropecuária Técnica*, 24:47-59, 2003.

PARAÍBA. Governo do Estado - Secretaria de Agricultura e Abastecimento – CEPA – PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eleto Consult Ltda, 1978. 448p.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas. Brasília, 2006. 112p.

SOUZA, B. I. de; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. de. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano. *Mercator*, 8:217-232, 2009.

**Tabela 1** - Parâmetros para estimativa das classes de degradação das terras.

Classes de Risco	Cobertura Vegetal (IBVL)	Índice Classe	Declividade (%)	Índice Classe	Erodibilidade (Mg mm MJ <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )	Índice Classe	Limites Classes Degradação
Muito Baixa	80-100	1	0-3	1	<0,01	1	0-3
Baixa	60-80	3	3-6	3	0,01-0,02	3	3-15
Média	40-60	5	6-12	5	0,02-0,03	5	15-45
Alta	20-40	7	12-20	7	0,03-0,04	7	45-175
Muito Alta	0-20	9	>20	9	>0,04	9	>175

**Tabela 2** - Áreas das classes de risco a degradação e de degradação das terras da bacia do rio Taperoá.

Classes de risco	Erodibilidade		Declividade		Cobertura Vegetal		Degradação	
	(Km <sup>2</sup> )	(%)						
Muito baixa	0	0	3.370	59,3	1.045	18,4	539	9,5
Baixa	130	2,3	1.576	27,7	369	6,5	738	13,0
Média	2.174	38,2	502	8,8	667	11,7	2.635	46,2
Alta	3.056	53,8	154	2,7	1.682	29,6	851	15,0
Muito alta	326	5,7	85	1,5	1.675	29,6	675	11,9
Corpo d'água	-	-	-	-	32	0,6	32	0,6
Nuvens	-	-	-	-	216	3,8	216	3,8
Total	5.686	100	5.686	100	5.686	100	5.686	100