

Estimativa da vulnerabilidade à erosão hídrica da bacia do rio Goitá-PE, utilizando técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto.

Andreza dos Santos Rodrigues de Melo¹

Cristiane Barbosa da Silva¹

Manuella Vieira Barbosa Neto¹

Maria do socorro Bezerra de Araújo¹

¹Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE - CEP: 50670-901

Andreza.srmelo@gmail.com, cristianebarbosa2@yahoo.com.br,

manuvieirabn@yahoo.com.br, socorro@ufpe.br

Abstract. Erosion processes represent a major environmental problem and the water erosion is one of the main forms of this process. This study aims to identify the degree of erosion vulnerability to Goitá watershed located in the zona da mata of Pernambuco state. It was possible analyze the degree of vulnerability to erosion of the basin using GIS tools and remote sensing through the construction of thematic maps such as soil, drainage density, slope and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). The watershed area was classified as medium vulnerability, because the presence of soil cover, little undulating relief and a vegetation ranging from sparse to dense, hindering the action of erosive factors. The most vulnerable areas of the basin are those where are located the perennial drains on the more erosion susceptible soils.

Key words: remotig sensing, drainage density, geoprocessing, relief, soils, vegetation

1. Introdução

Dentre todos os processos de degradação dos solos, a erosão hídrica é uma das formas mais expressivas. Ela reduz drasticamente a camada superficial do solo, que é a camada onde são acumulados mais nutrientes e matéria orgânica, isto é, a camada mais fértil do solo (Sampaio et al., 2003), causando sérios prejuízos às atividades agropecuárias. .

A erosão hídrica torna-se mais visível na forma linear, quando aparecem sulcos e ravinas, que podem evoluir para voçorocas, sendo esta última considerada o caso mais extremo dos processos erosivos(Guerra *et al*, 2007).

Os processos erosivos causados pela água da chuva abrangem a maior parte da superfície terrestre, e em regiões com altos índices pluviométricos o grau de erosão é ainda mais severo. A erosão não atinge apenas áreas agrícolas, ela está presente também em áreas com cobertura vegetal, onde os desmatamentos agravam ainda mais os processos erosivos, representando assim um importante problema ambiental.

Há diversos fatores que contribuem com o processo erosivo, condicionando uma maior ou menor vulnerabilidade à erosão hídrica, dentre estes os principais são: tipo de solo, declividade do terreno, densidade da cobertura vegetal e densidade de drenagem. Estes fatores podem ser analisados e estimados através das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, tecnologias que funcionam como base para análise da paisagem em diferentes aspectos.

Segundo Crepani (2001), para analisar uma paisagem natural é necessário conhecer os aspectos fisiográficos da mesma, bem como o tipo de cobertura vegetal, a declividade, a pedologia e a rede de drenagem. Estes fatores necessitam ser integrados no processo de análise, para se que obtenha o resultado correto para cada unidade analisada. Sendo este

trabalho baseado na teoria da ecodinâmica de Tricart (1977), foram estipulados graus de vulnerabilidade para cada um dos aspectos citado acima.

Assim, este trabalho teve por objetivo identificar o grau de susceptibilidade à erosão dos solos da bacia hidrográfica do rio Goitá, na zona da mata de Pernambuco, utilizando ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Características físicas da área de estudo.

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do rio Goitá, sendo esta uma sub-bacia do rio Capibaribe localizada na mesorregião da mata pernambucana (Figura 1), a sub-bacia do rio Goitá é um importante tributário do município de Gloria do Goitá no estado de Pernambuco.

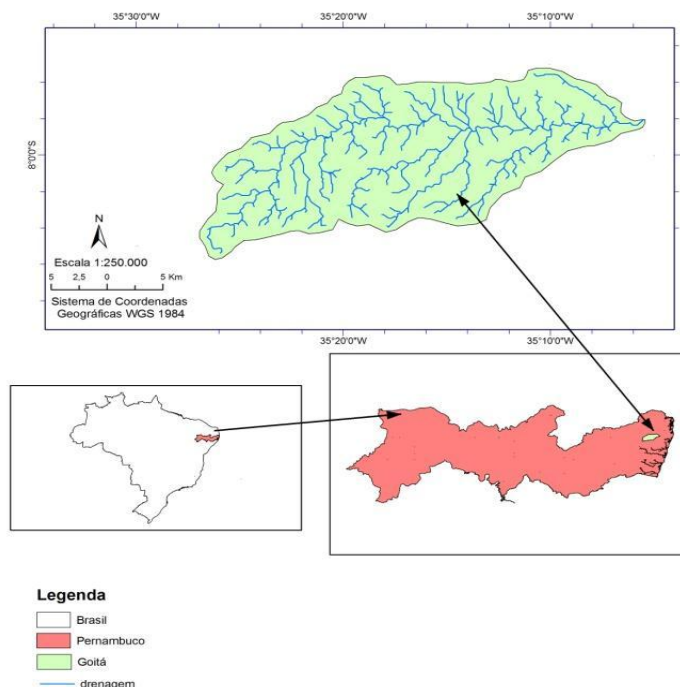


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Goitá Zona da Mata de Pernambuco.

A bacia encontra-se sob o domínio climático As' Köppen (apud. Ayoade (2003) caracterizado como tropical quente e úmido com chuvas de inverno antecipadas para o outono. Os solos visualizados na bacia foram os Latossolos Vermelhos e Amarelos, luvisolo, planossolo, argissolos vermelhos e amarelos, gleissolos e vertissolos. A Bacia encontra-se inserida, geologicamente, na província Borborema.

2.1 Metodologia

Na realização da análise, foi utilizado o banco de dados do ZAPE- Zoneamento agroecológico de Pernambuco (Silva *et al.* 1998), onde foram extraídas informações para confecção do mapa de solos com a utilização do *software* Arcgis, utilizando a ferramenta *analist tools* e a ferramenta *clip*, onde os dados foram sobrepostos ou clipados gerando o mapa.

Na elaboração do modelo digital de elevação (MDE), foram utilizados os dados do radar SRTM, obtidos através de acesso ao site da EMBRAPA (www.relevobr.cnpm.embrapa.br/conteudo). Estes dados vêm no formato Geotiff e, para evitar problemas na extração de informações, eles foram transformados para o formato grd através do ArcGIS 9.3 (disponível no laboratório de Sensoriamento e Geoprocessamento- SERGEO-UFPE).

Para extrair a drenagem, foi gerado um MDE sem depressões em *Spatial Analyst Tools*> *Hydrology*> *Fill* e em seguida foi gerado um *raster* com a direção de fluxo em *Spatial Analyst Tools*> *Hydrology*> *Flow Direction*; o *raster* de fluxo acumulado foi feito através da ferramenta *Spatial Analyst Tools*> *Hydrology*> *Flow Accumulation*. Para gerar o *raster* com a extração de drenagem *Spatial Analyst Tools*> *Conditional*>*com*, os valores da drenagens gerados no *raster* foi 1 para todas as drenagens que tiveram valor de fluxo acumulado superior a 100, que foi o mais indicado para o tamanho da bacia. Por fim criou-se um arquivo tipo shapefile através da ferramenta *Spatial Analyst Tools*> *Hydrology*> *Stream to feature* e a delimitação da bacia foi feita através da ferramentas *Spatial Analyst Tools*> *Hydrology*>*Watershed*.

O diagnóstico da cobertura vegetal foi realizado através da imagem do satélite Landsat-5TM (29/08/2007) da órbita 214 e ponto 66, a partir da aplicação do cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI). A verificação do tipo de cobertura vegetal foi um dos um indicadores utilizados para a avaliação da vulnerabilidade erosiva dos solos da área. O processamento digital da imagem foi desenvolvido no software ERDAS IMAGE 9.3, disponível no laboratório de Sensoriamento e Geoprocessamento- SERGEO, do Departamento de Ciências Geográfica – UFPE.

O cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), é um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde, o qual é obtido por meio da razão entre a diferença e a soma das refletividades do IV-próximo (ρ_{IV}) e do vermelho (ρ_V) (SILVA, 2007) (Equação 1). O NDVI tem seus valores variando de -1 a +1. Para superfícies com alguma vegetação, os índices variam entre 0 e 1. Já para a água e nuvens, o valor geralmente é menor que zero (SILVA, 2007).

$$\text{Equação 1: NDVI} = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V}$$

3. Resultados e discussão

Um dos fatores utilizados para a estimativa a erosão hídrica foi os tipos de solo presentes na bacia do rio Goitá (Figura 2). Através da classificação dos solos foi possível verificar as áreas que apresentaram maior vulnerabilidade à erosão (Tabela 1).

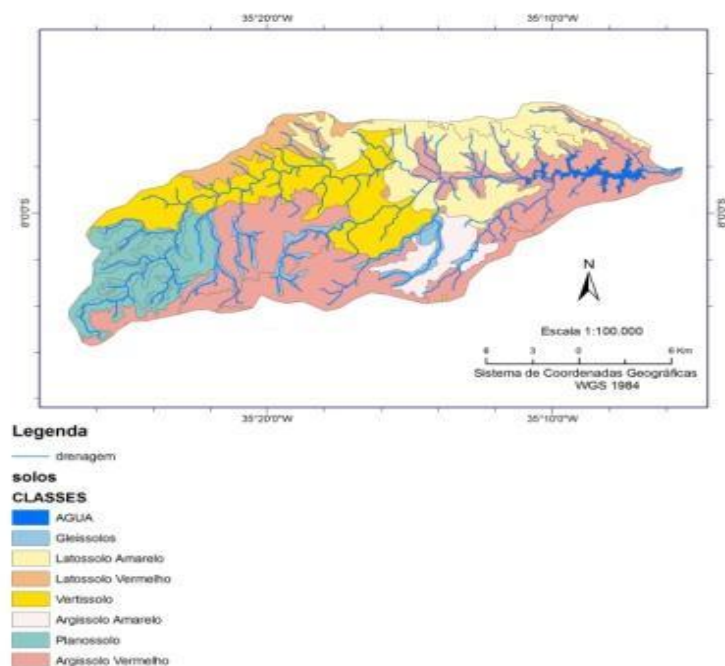


Figura 2. Mapa de solos da bacia do rio Goitá, Zona da Mata de Pernambuco.

Tabela 1. Grau de vulnerabilidade dos solos da bacia hidrográfica do rio Goitá, localizada na zona da mata de Pernambuco.

Classes de solos	Grau de vulnerabilidade
Latossolos Amarelos	1,0
Latossolos vermelhos	1,0
Luvissolos	2,0
Planossolos	2,0
Argissolos Amarelos	2,0
Argissolos vermelhos	2,0
Vertissolos	3,0
Gleissolos	3,0

Fonte: Crepani (2001).

Os solos da bacia do rio Goitá-PE, foram classificados de acordo com seu grau de vulnerabilidade em: com baixo grau de vulnerabilidade, que são os Latossolos Amarelos e Vermelhos; e com médio grau de vulnerabilidade, que são os Luvisolos, Planossolos, e Argissolos Amarelos e Vermelhos. Apenas dois tipos foram classificados como possuindo alta vulnerabilidade: os Gleissolos e os Vertissolos,. Foi observado que a maior parte dos solos da bacia apresenta uma susceptibilidade variando de baixa a média, estando pouco vulnerável à erosão considerando apenas este aspecto.

Quando o mapa da densidade de drenagem foi relacionada (figura 3) ao mapa de solos (figura.2), foi observado que os solos que possuem de médio a alto grau de vulnerabilidade estão localizados nas áreas com maior densidade de drenagem. Nesta situação foram encontrados os Argissolos Vermelhos, Vertissolos, Planossolos e Gleissolos, deixando desta forma essas áreas mais vulneráveis tanto por cobertura pedológica como pela distribuição espacial de drenos perenes.

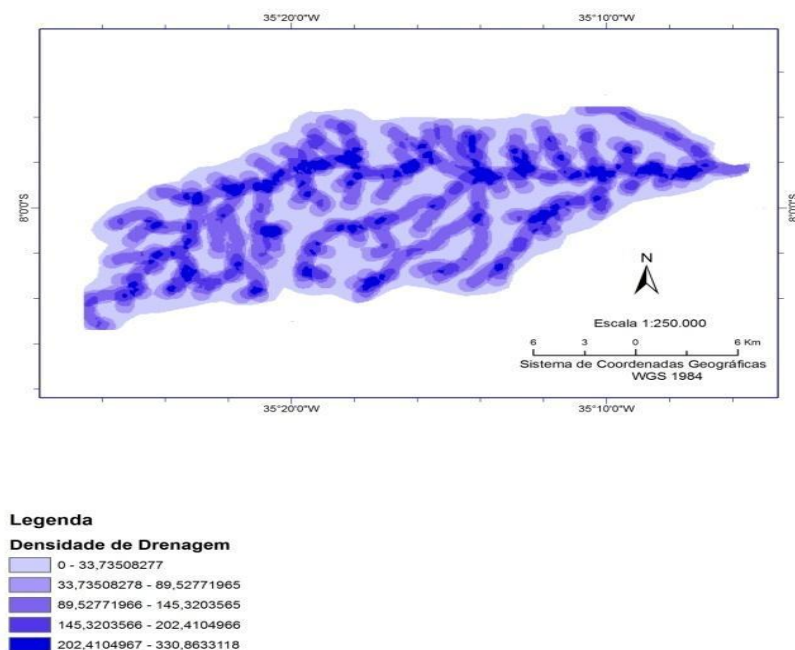


Figura 3. Mapa de densidade da bacia do rio Goitá Zona da Mata de Pernambuco.

Analisando a vulnerabilidade dos solos em face da declividade, foi percebido que este parâmetro não representa um alto grau de correlação com o desencadeamento do fenômeno erosivo na área.

De acordo com o trabalho de Crepani et al. (2001), as áreas da bacia foram classificadas com os seguintes intervalos: 0 a 3% que representa uma vulnerabilidade muito baixa, 3 a 8% que representa uma vulnerabilidade baixa, 8 a 20% vulnerabilidade média, 20 a 45 % uma vulnerabilidade alta e > 45% uma vulnerabilidade muito alta (Tabela 2).

Tabela 02. Classes de declividades do relevo com os respectivos valores de vulnerabilidade.

Classes morfométricas	Declividade %	Grau de vulnerabilidade
Muito baixa	0-3	1,0
Baixa	3-8	1,5
Média	8-20	2,0
Alta	20-45	2,5

Fonte: Adaptado de (Crepani, 2001).

No mapa de declividade (Figura 4), foi verificado que a maior parte da área da bacia varia de baixa a média vulnerabilidade à erosão, se aplicado unicamente a declividade critério da avaliação do terreno. No entanto, apesar de espacialmente restrita, a bacia possui áreas que vão de alta a muito alta vulnerabilidade em relação à declividade, que pode vir a representar um risco à perda de solos por erosão.

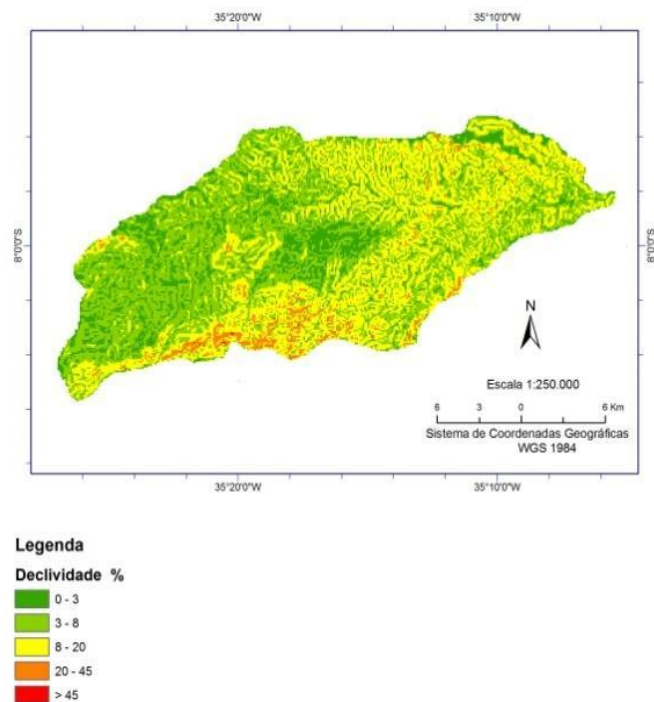


Figura 4. Mapa de declividade da bacia rio Goitá, Zona da Mata de Pernambuco.

A vegetação comporta-se como uma capa protetora do solo e à medida que decresce a eficácia de sua cobertura, o solo fica mais exposto à ação direta dos fatores erosivos. A figura 5 representa a vegetação existente na área da bacia do rio Goitá, que foi dividida em cinco classes.

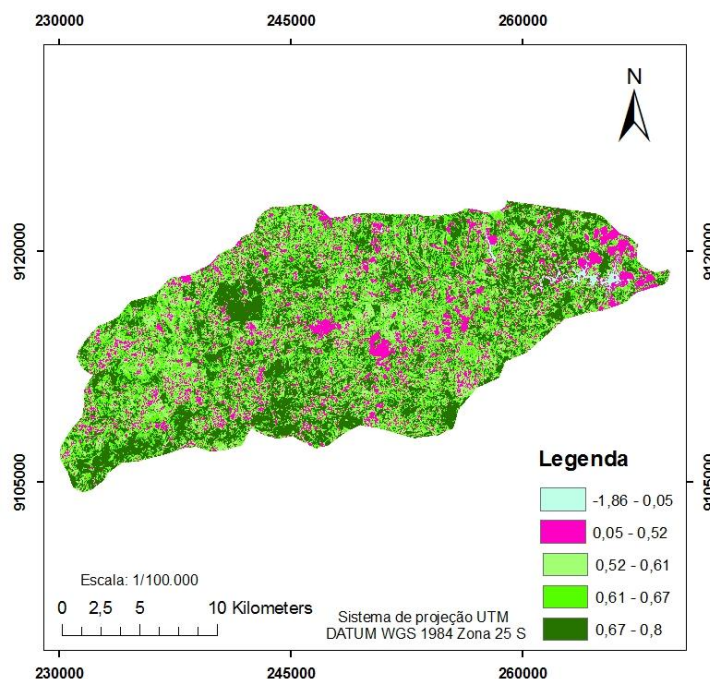


Figura 5. Mapa da cobertura vegetal da bacia do rio Goitá, Zona da Mata de Pernambuco

A primeira classe, que varia de -1,86 a 0,05 deve ser ignorada por não se tratar de vegetação e sim de área com presença de água nuvens e sombra das mesmas, indicado pelo seu valor negativo. A segunda classe, que varia de 0,05 a 0,52, representa áreas com solos

expostos e correspondeu a 15% da área da bacia. A terceira classe, variando entre 0,52 a 0,61, representou 23,5% da área da bacia, e corresponde a uma vegetação rala. A quarta classe, variando entre 0,61 a 0,67, apresenta uma vegetação esparsa estando presente em 25,9% da área da bacia. A quinta e última classe, variando entre 0,67 a 0,8, corresponde a uma vegetação densa e representou a maior parte da bacia cerca de 34,9% (Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição da cobertura vegetal da bacia do Goitá, Zona da mata de Pernambuco

Classe	Área em %
Água, nuvem e sombra	0,7
Solo exposto	15
Vegetação rala	23,5
Vegetação esparsa	25,9
Vegetação densa	34,9

É possível observar que uma grande parte da bacia possui uma vegetação densa, conferindo à área um menor grau de vulnerabilidade aos efeitos erosivos. Apesar disto, o quantitativo da vegetação esparsa e rala é bem representativa na área bacia e esta condição representa um médio grau de vulnerabilidade. Além disso, 15% da área da bacia encontra-se com o solo exposto, representando um alto grau de vulnerabilidade.

Considerando os parâmetros analisados, tipo de solo, densidade de drenagem, declividade e cobertura vegetal, de forma geral, aparentemente a bacia do Rio Goitá, não apresenta um alto grau de vulnerabilidade à erosão. Apenas seus tipos de solos mais susceptíveis combinados com a presença de alta densidade de drenagem apresentaram um grau de vulnerabilidade mais significativo.

4. Conclusão

Através dos mapas produzidos, foi possível verificar que o grau de vulnerabilidade à erosão na bacia do rio Goitá não se mostrou expressivo, variando em sua totalidade de baixo a médio grau de susceptibilidade à erosão hídrica. Os aspectos estáveis da paisagem contribuíram para que a área analisada não apresentasse uma elevada susceptibilidade à erosão. Os tipos de solo da área, a cobertura vegetal que se apresenta de forma bastante densa em grande parte da bacia (34,9%) e o relevo suavemente ondulado contribuíram para minimizar a atuação direta dos fatores erosivos. As áreas mais vulneráveis da bacia foram aquelas onde estão localizados os drenos perenes sobre solos mais propícios à erosão.

5. 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.

6. Referências

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: editora Bertrand Brasil, 9ª edição, 2003.

CREPANI, 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).

GUERRA, Antonio José Teixeira; Silva, Antonio Soares; Botelho, R.G Machado (organizadores). **Erosão e conservação dos solos**- 3^a ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, 339p

SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, G.V. **Desertificação no Brasil – Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. 202p.

SILVA, F.B.R.S.; 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.; Barros, A.H.C. & Varejão-Silva, M.A. (1998) **ZAPE -Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento – UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária). CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos; no. 35). ZAPE Digital.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, (Recursos Naturais e Meio Ambiente), 1977, 91p.