

## Vulnerabilidade natural à erosão na Região do Baixo Parnaíba-Ma.

Willinielsen Jackieline Santos Lago<sup>1</sup>  
Eliênê Pontes de Araújo<sup>1</sup>  
Mércia Gabriely Linhares Teles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA/NUGEO),  
Cidade Universitária Paulo VI, Caixa Postal 09, CEP 65000-000, São Luis-MA, Brasil.  
{nina, eliene, mercia}@nugeo.uema.br

**Abstract.** This work took as an objective the preparation of a thematic map of natural vulnerability to the erosion for future ecological zoning in the region of the Baixo Parnaíba. This region is located between the geographical coordinates 02°18' and 04°00' of South lat and 41°37' and 43°30' of Western long, being drained by the rivers Parnaíba, Preguiças, Preto, Magu and his tributaries. For production of the map of vulnerability there was used the methodology developed by CREPANI et. al (2001), from the concept of the echodynamic of TRICART (1977), based on the relation Morphogenesis / Pedogenesis. This methodology consists of the use of operations of algebra of maps using the programming language, when SPRING called of LEGAL implemented in (Space Language for Geoprocessing Algebraic) and taking the maps of geology as a fountain (source) of entry of data, geomorfologia, grounds (soil) and use and vegetable covering. The map of natural vulnerability to the erosion produced, allowed to note that in the region of the Baixo Parnaíba to more relevant class in terms of area it is that of Middle vulnerability being followed by the High vulnerability. In accordance with the obtained results it is possible to end that the natural vulnerability to the erosion becomes an important factor in the taking decision, in the projection of the use and occupation of the ground (solo) and for Economic ecological future zoning.

**Palavra-Chave:** echodynamic, LEGAL, morphogenesis, pedogenesis, ecodinâmica, LEGAL, morfogêse, pedogênese.

### 1. Introdução

O emprego de tecnologias como Sistemas de Informação Geográfica, SIG, voltados para projetos de cunho ambiental torna-se importante na realização de estudos que necessitam de agilidade e eficiência, quando se trata da manipulação de grandes bases de dados, auxiliando assim os planos de ordenamento e gestão territorial.

Os sistemas de gestão territorial são compostos de uma grande quantidade de dados dos meios físicos e ambientais, os quais podem dar origem a produtos como o mapa de vulnerabilidade natural à erosão, elaborados a partir da integração de mapas distintos.

A elaboração do mapa de vulnerabilidade visa mostrar a intensidade e a sua distribuição, levando-se em consideração principalmente a estabilidade em relação à morfogênese e pedogênese, auxiliando a tomada de decisões por parte de órgãos governamentais ou privados, pois o objetivo desse mapa é representar o conhecimento do comportamento atual do terreno, em relação à repostas dos processos de uso do solo.

O estudo da vulnerabilidade natural à erosão considera a integração de vários aspectos do meio físico e padrões de uso e cobertura vegetal. Desse modo, o modelo conceitual para o potencial erosivo abrange os tipos de solos, a geomorfologia/declividade, geologia e o uso e cobertura vegetal. Cada um desses fatores influencia em graus diferenciados na erosão dos solos.

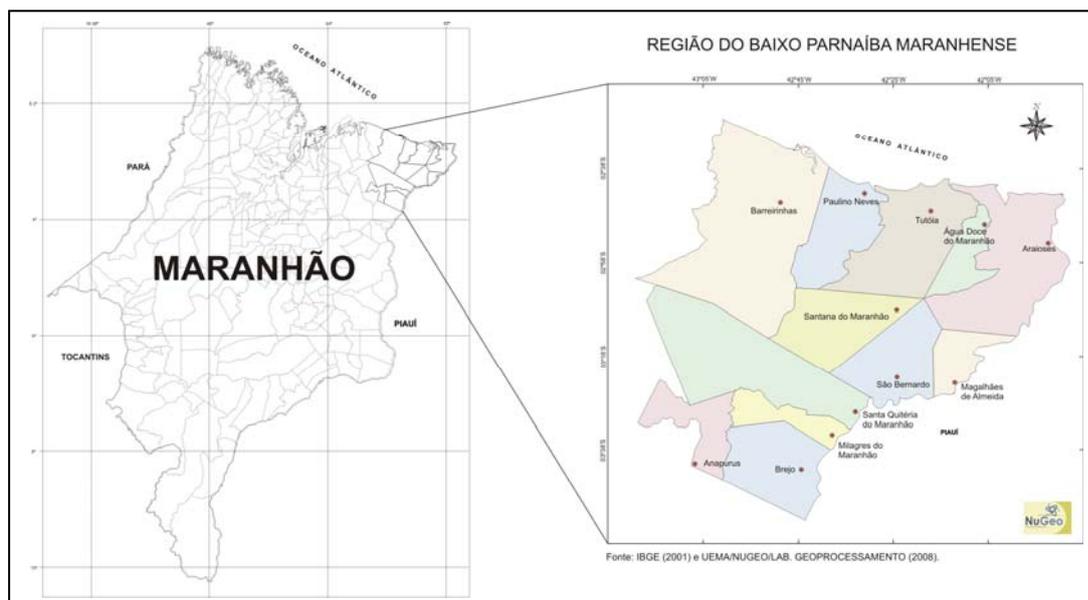
Dada à importância deste tema, este trabalho tem como objetivo mapear a vulnerabilidade natural à erosão.

## 2. Metodologia

### 2.1 Área de Estudo

A Região do Baixo Parnaíba Maranhense está localizada em duas Mesorregiões: Norte Maranhense e Leste Maranhense e, nas microrregiões dos Lençóis maranhenses, Baixo Parnaíba Maranhense e Chapadinha (IBGE, 2002). Cartograficamente está situada entre as coordenadas geográficas 02°18' e 04°00' de latitude Sul e 41°37' e 43°30' de longitude Oeste (Figura 1).

Esta região está representada pela área drenada pelos rios Parnaíba, Preguiças, Preto, Magu e seus tributários. Com uma superfície de 14.593,10 km<sup>2</sup>, representa cerca de 4,39 % da área do Estado, onde vamos encontrar 12 dos 217 Municípios maranhenses. A mesma apresenta características naturais diversificadas, ocorrendo ecossistemas de cerrado, capoeiras, dunas e presença de manguezais na zona costeira.



**Figura 1.** Localização da região do baixo Parnaíba maranhense.

### 2.2 Materiais

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi construído um modelo digital da área de estudo contendo a base de dados georreferenciadas, gerado a partir dos planos de informação: geologia, geomorfologia/declividade, pedologia e uso e cobertura dos solos. A técnica de geoprocessamento permitiu o tratamento dos dados, desde a sua entrada, passando pela edição, armazenamento e análises ambientais.

No desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais, softwares e equipamentos: Documentação cartográfica (cartas planialtimétricas e mapas existentes); Produtos de sensores remotos; Dados altimétricos da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission); Dados bibliográficos e Softwares (SIG, CAD, editores gráficos).

## 2.3 Métodos

A metodologia usada para vulnerabilidade foi desenvolvida por CREPANI et. al (2001), a partir do conceito da Ecodinâmica de TRICART (1977), baseado na relação Morfogênese/Pedogênese.

Primeiramente foram gerados mapas temáticos de tipo de solo, geologia, geomorfologia/declividade e uso e cobertura vegetal. Em seguida foram determinados os valores de vulnerabilidade dos temas usando como base os critérios adotados por Crepani et al. (2001), quais sejam:

- I - Para geologia: a história da evolução geológica da região e as informações relativas ao grau de coesão das rochas;
- II - Para geomorfologia, a análise dos índices morfométricos;
- III - Para solos, a maturidade;
- IV - Para o uso e cobertura vegetal, a densidade de cobertura vegetal.

Posteriormente, foi feita uma classificação do grau da vulnerabilidade de cada uma das classes temáticas, segundo as relações de predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos de 1.0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2.0) e situações de predomínio da morfogênese (às quais se atribuem valores próximos de 3.0). Este modelo foi idealizado por TRICART (1977), a partir dos conceitos da Ecodinâmica (tabela 1).

TABELA 1. Classificação da Vulnerabilidade Natural a Erosão.

Unidade	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1.0
Intermediária	Equilíbrio entre Pedogênese/Morfogênese	2.0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3.0

Após a classificação do grau de instabilidade foi gerada a vulnerabilidade natural à erosão usando-se operações de álgebra de mapas utilizando a linguagem de programação, implementada no SPRING, denominada de LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico).

A partir de planos de informação de entrada (solos, geomorfologia/declividade, geologia e uso e cobertura vegetal), gerou-se um mapa temático de classes de vulnerabilidade natural à erosão.

Inicialmente, gerou-se um conjunto de regras de ponderação, atribuindo-se um conjunto de pesos a cada classe temática dos mapas de entrada, de acordo com Crepani et. al. (1996). O resultado desta operação foi um mapa temático em formato matricial, que foi vetorizado através da operação Raster-Vetor. Abaixo encontram-se as tabelas de pesos associados a cada classe dos temas de entrada.

Tabela 2. Pesos Associados às Classes dos Mapas Temáticos.

Geologia	Peso	Geomorfologia	Peso
Cpo - Formação Poti	2,7	Dunas Móveis	1,8
Dcl - Formação Longá	2,7	Planície Fluvial	1,3
Ea - Formação Superficial	3,0	Planície Fluvio-marinha	1,3
Enb - Formação Barreiras	2,0	Planície c/ Mangue	1,3
Nqi - Cobertura Laterítica	2,8	Corpos d'água	-
Qha - Dep. Aluvionares e Coluvionares	3,0	Tabuleiro Costeiro	1,6

Qhe - Depósitos Eólicos Litorâneos	2,5	Restingas Dunas	1,7
Qhfm - Depósitos Flúvio-marinhos	3,0	Relevo Dissecado Forte Ondulado	2,2
QHm - Dep. de Pântanos e Mangues	3,0	Relevo Dissecado Ondulado	1,9
QHml - Dep. Marinhos Litorâneos	3,0		
Qpag - Dep. de Arg. Adens C/ Areias	2,0		
QPcl - Dep. de Cordões Litorâneos	3,0		
Qpe - Dep. Eólicos Continentais	3,0		
<b>Vegetação</b>	<b>Peso</b>	<b>Solos</b>	<b>Peso</b>
Apicum	3,0	LA-Latossolo Amarelo	1
Caatinga	1,7	SN-Planossolo	2,0
Campo Cerrado	2,0	RQ-Neossolos Quartzarênico	3,0
Cerradão	1,7	Mg-Mangue	3,0
Cerrado	1,4	A-Águas Interiores	-
Capoeira	2,0	AssPVA-Argissolos + PVAF Arg Cn	2,0
Mangue	1,7	AU-Área Urbana	3,0
Campos Inundáveis	3,0	RU-Neossolos Flúvicos	3,0
Água	-	GM-Gleissolo Melânico	3,0
Urbanização	3,0	AssPVA-Argissolos + FT-Plintoss	2,0
Dunas Moveis	3,0	D-Dunas Vivas	3,0
Dunas Fixas	2,5	RQ-Neo Quamar + Neos Quart hidro	3,0
Restinga Arbórea	1,7	Apicum	3,0
Restinga Herbácea	2,6	T-Luvisolo	2,5
Agricultura Mecanizada	3,0	PVA-Argissolos	2,0
Carnaúba	1,7	RQ-Neossolos Quartzamar	3,0
Restinga Arbustiva	2,5		
Carnaúba c/ Pastagem	1,5		
Babaçu	2,0		

### 3. Resultados E Discussão

A determinação das classes de vulnerabilidade natural à erosão contribui para o estabelecimento de diretrizes para o planejamento de uso da terra. O potencial de erosão é o resultado da integração e ponderação de dados de geologia, geomorfologia, uso e cobertura vegetal e tipos de solos, ou seja, leva-se em consideração não apenas o risco potencial à ocorrência de processos de erosão.

Tabela 3. Quantificação da classe de Vulnerabilidade Natural à Erosão.

<b>Vulnerabilidade natural à erosão</b>		
<b>Classe</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>% na Área</b>
Muito Alta	188,2	1,29
Alta	6.311,5	43,25
Média	7.002,7	47,98
Baixa	920,2	6,31
Muito Baixa	47,6	0,33
Água	122,9	0,84
<b>TOTAL</b>	<b>14.593,1</b>	<b>100,00</b>

A vulnerabilidade natural à erosão na região do Baixo Parnaíba pode ser observada na tabela 3 e Figura 2 estando distribuída da seguinte forma: Vulnerabilidade Muito Baixa,

0,3%; Vulnerabilidade Baixa, 6,3%; Vulnerabilidade Média, 48%; Vulnerabilidade Alta, 43,3% e; Vulnerabilidade Muito Alta, 1,3%. Assim, verifica-se que a maior classe de vulnerabilidade existente na região do Baixo Parnaíba é de Média vulnerabilidade, ocupando cerca de 48% da área (7.002,7 Km<sup>2</sup>).

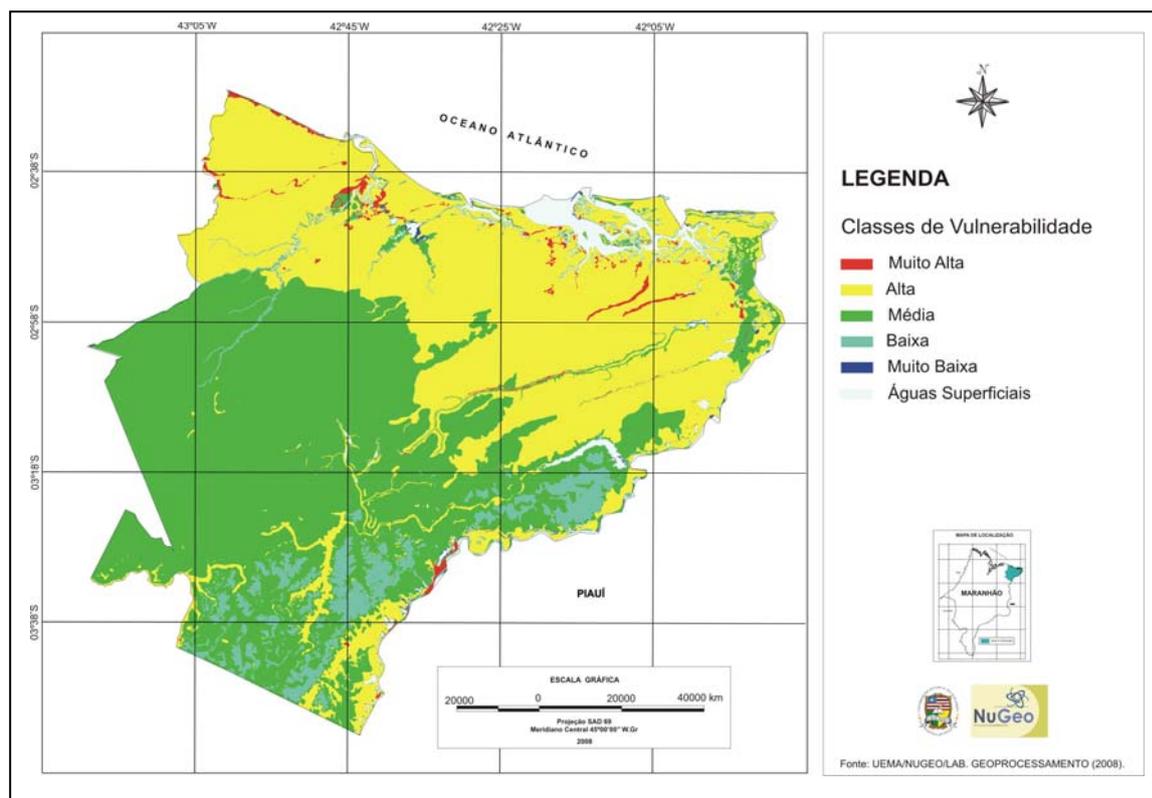
A categoria vulnerabilidade Muito Baixa está distribuída nas planícies com mangue, planícies fluviais e flúvio-marinhas, com solos do tipo latossolo amarelo.

As áreas de vulnerabilidade Baixa estão localizadas sobre vegetação de cerrado, caatinga, cerradão, mangue, carnaúba e restinga arbórea, apresentado solo do tipo latossolo.

As áreas de vulnerabilidade Média estão localizadas principalmente sobre a formação barreiras e depósito de argilas adensadas com areias, nas unidades geomorfológicas de dunas móveis e nos relevos dissecado ondulado e forte ondulado com vegetação de campo cerrado, capoeira e babaçu e solos do tipo plintossolo, podzólico vermelho-amarelo e planossolos.

As áreas de vulnerabilidade Alta estão concentradas nos depósitos eólicos litorâneos, com vegetação de dunas fixas, restinga arbustiva e herbácea e solo do tipo luvisolo.

As áreas de vulnerabilidade Muito Alta correspondem as formações poti, longá e superficiais, aos depósitos aluvionares, coluvionares, flúvio-marinhos, marinhos litorâneos, de mangues, cordões litorâneos e eólicos continentais. A vegetação é do tipo apicum e campos inundáveis. As classes pedológicas são do tipo dunas vivas, gleissolo melânico, mangue e neossolos quartzarenicos e flúvicos. Ainda existem nessa área polígonos urbanos e agricultura mecanizada.



**Figura 1.** Mapa de vulnerabilidade natural à erosão.

#### 4. Conclusão

A classe de vulnerabilidade mais encontrada na região do Baixo Parnaíba é Média seguida da vulnerabilidade Alta.

Os resultados mostram que a metodologia utilizada para gerar o mapa de vulnerabilidade permitiu maior agilidade e eficácia.

A vulnerabilidade natural à erosão dá uma indicação de áreas que merecem um cuidado maior por serem áreas mais frágeis em relação aos processos erosivos.

O mapa de vulnerabilidade natural à erosão por ser um modelo de fragilidade ambiental pode contribuir para a gestão territorial e no planejamento para tomada de decisão, assim como auxilia nos processos dos zoneamentos ecológicos - econômicos.

## **Referências**

ARAÚJO, Elienê Pontes de Araújo. **Aplicação de dados SRTM à modelagem da erosão em bacias por geoprocessamento**. 2006-04-25. (INPE--TDI/). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2006.

Crepani, E.; Medeiros, J.S.; Azevedo, L.G.; Duarte, V.; Hernandez, P.; Florenzano, T & Barbosa, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

Maranhão. **Atlas do Maranhão**. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico/Laboratório de Geoprocessamento - UEMA. 2ª ed. São Luís: GEPLAN, 2002. 44p.

Maranhão. **Zoneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Munim**. Secretaria de Planejamento e Orçamento, Núcleo Geoambiental-UEMA. Relatório Preliminar. São Luís: SEPLAN/NUGEO, 2008.

Miranda, E.E. de; (coord). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 03 mar. 2008.

Silva, A. M.; Schulz, H. E.; Camargo, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2003.

Tricart, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREM.1977.91p.(Recursos Naturais e Meio Ambiente)