

Análise da vulnerabilidade natural dos solos à erosão como subsídio ao planejamento territorial em área da microbacia do igarapé Peripindeua, Nordeste Paraense

Rodrigo Rafael Souza de Oliveira¹
Orlando dos Santos Watrin²
Moacir Azevedo Valente³
Gustavo Martinez Pimentel¹

¹ UFPA/ Pibic-CNPq/ Embrapa Amazônia Oriental
Caixa Postal 48 - 66095-100 – Belém – PA, Brasil
rodrigo.rafaelso@hotmail.com; gustavo7070@gmail.com

² Embrapa Amazônia Oriental – EMBRAPA/CPATU
Caixa Postal 48 - 66095-100 – Belém – PA, Brasil
watrin@cpatu.embrapa.br

³ Projeto Gestabacias/ Embrapa Amazônia Oriental – EMBRAPA/CPATU
Caixa Postal 48 - 66095-100 – Belém – PA, Brasil
moavalente@hotmail.com

Abstract. Development of the Amazon mainly based on large cattle ranches has changed landscapes promoting environmental impacts in critical areas, such as those regarding to consolidated occupation in the state of Pará, Brazil. The evaluation of this problem includes the use of methodologies as a few geotechnology tools which have also been valuable in the analysis related to land use changes in these impacted areas. In order to perform spatial analysis of vulnerability to soil erosion and land planning in the Piripindeua stream watershed, northeastern Pará, we employed an approach that emphasizes the use of geotechnologies. In doing so we considered the following environmental units that affect the fragility of the soil: land use and land cover, soil, geology, geomorphology and rainfall. Our results showed that most of the study area is framed as moderately stable to the erosive processes, whereas the most vulnerable areas represent upland portions of the watershed, which are less representative of the landscape. Considering these results, it was created a derivative product to be used for the desired territorial planning from combining the vulnerability to soil erosion map with the use and land cover map. Therefore, it was confirmed the effectiveness of geotechnologies approach as a tool for generating predictions of environmental impacts in the Amazon.

Palavras-chave: remote sensing, geoprocessing, territory order, sensoriamento remoto, geoprocessamento, ordenamento territorial.

1. Introdução

A contínua incorporação de áreas florestais ao processo produtivo em zonas tropicais tem acarretado mudanças significativas na paisagem em algumas zonas críticas, ocorrendo muitas vezes de forma inadequada, pois se estabelecem sem um planejamento prévio, não considerando o uso sustentável do espaço.

Na Amazônia, com o avanço da fronteira agrícola, bem como a consolidação de atividades produtivas em determinadas áreas, essas transformações podem ser percebidas com maior evidência. Tal problemática também é observada na mesorregião do Nordeste do estado do Pará que, apesar de configurar-se uma área de ocupação relativamente consolidada, ainda sofre com as transformações em sua paisagem. Watrin *et al.* (2009) observaram nas microbacias localizadas nessa mesorregião, que os fragmentos florestais restritos às zonas ripárias vêm sofrendo perdas líquidas em área e que é recorrente a descaracterização de sua estrutura, muitas vezes, em função da exploração madeireira.

Sendo assim, realizar prognósticos que subsidiem a elaboração de planejamento ambiental para uma melhor ocupação do espaço e conservação dos recursos naturais constitui ação de extrema relevância, na medida em que reflete tanto na manutenção e uso sustentável

do espaço e dos recursos naturais, quanto da manutenção da qualidade de vida da população. Por sua vez, Gallopin (1981) enfatiza que o planejamento ambiental pode ser entendido como uma proposta e implementação de medidas para melhorar a qualidade de vida presente e futura dos seres humanos, através da preservação e do melhoramento do meio ambiente.

De acordo com Botelho (1999), o planejamento ambiental através do recorte de microbacias tem sido amplamente utilizado entre vários pesquisadores. As metodologias que integram o uso de geotecnologias ocuparam lugar de destaque e assumem papel proeminente nos estudos ligados ao ordenamento territorial, na medida em que aumenta o investimento em pesquisas que visam ao mapeamento físico-biótico e sócio-econômico, diante da necessidade de mensuração dos impactos ambientais causados pelo homem. Outro aspecto a ser considerado, sobre o uso de geotecnologias é o auxílio na análise da vulnerabilidade ambiental diante de intervenções antrópicas, pois permite, de maneira eficiente, a manipulação e a organização de grande volume de dados e informações espaciais, possibilitando, inclusive, a obtenção de novas informações interpretativas a partir de modelos.

Considerando estas premissas, este trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de vulnerabilidade natural à erosão, frente ao uso e cobertura do solo, em área da microbacia do igarapé Peripindeua, Nordeste do estado do Pará. E, com base nesse prognóstico, têm-se o intuito de propor ações potenciais de planejamento territorial a serem desenvolvidas.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo refere-se à microbacia do igarapé Peripindeua (19.321 ha), localizada nos municípios de Mãe do Rio e Irituia, no Nordeste do estado do Pará (Figura 1). Neste trabalho, a estruturação e a manipulação de uma base de dados geográficos permeiam várias ações, como sintetizado a seguir:

2.1. Sistematização e estruturação de base de dados geográficos

A base de dados geográficos foi elaborada com o suporte dos programas ArcGIS 9.3 (ESRI, 2010) e SPRING 5.1.3 (INPE/ DPI, 2009), considerando o sistema de projeção WGS 1984. Como base cartográfica, foram utilizadas imagens Landsat compactadas georreferenciadas por processo de alta precisão (MrSID) e base planialtimétrica compilada a partir de dados digitais disponibilizados pelo IBGE (carta MI-385), na escala de 1:100.000. Para o mapeamento dos padrões de uso e cobertura da terra foi empregada imagem Landsat 5, órbita-ponto 223/61, bandas TM 3, 4 e 5, de 13/07/2008. Os produtos temáticos de geologia e geomorfologia foram obtidos a partir de mapas digitais do IBAMA/IBGE (IBAMA, 2010), enquanto os dados climáticos (precipitação) referem-se aos da base de dados do SIPAM/CRB. O limite da microbacia foi definido a partir de modelagem de dados derivados de produtos SRTM (DTED 90 metros). Salienta-se que após a sistematização dos dados de interesse, foi realizada a derivação das bases de suas escalas originais (1:100.000) para a escala de trabalho (1:50.000), a partir de complementações usando imagens TM/ Landsat.

2.2. Mapa de uso e cobertura do solo

Com o apoio do trabalho de campo, a imagem TM/Landsat foi submetida ao processo de classificação supervisionada por regiões, a partir do algoritmo Bhattacharya. Teve-se como dados de entrada o produto de segmentação, considerando os limiares de similaridade e área de 6 e 10, respectivamente. A obtenção da imagem temática final na escala de 1:50.000 obedeceu a orientação de Watrin *et al.* (2009).

2.3. Mapas de pedologia e declividade

O mapa pedológico foi elaborado através da interpretação visual de produtos cartográficos oriundos de imagens SRTM (DTED 90 metros) e SAR/SIPAM (resolução

espacial de 2 m). Posteriormente, os mapas preliminares foram avaliados no campo. Foram coletadas amostras dos solos mais representativos para análise físico-química em laboratório. A integração dessas informações permitiu a construção do mapa de solos para a área de estudo, em escala de semi-detulhe (1:50.000), segundo a classificação taxonômica definida no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2006).

Por sua vez, a elaboração do mapa de declividade teve como base as informações altimétricas obtidas a partir de modelagem com dados SRTM. Utilizou-se metodologia proposta por Ribeiro e Campos (2007), conforme a qual, são considerados os dados percentuais de inclinação das vertentes e quebras de relevo, frente aos processos intempéricos.

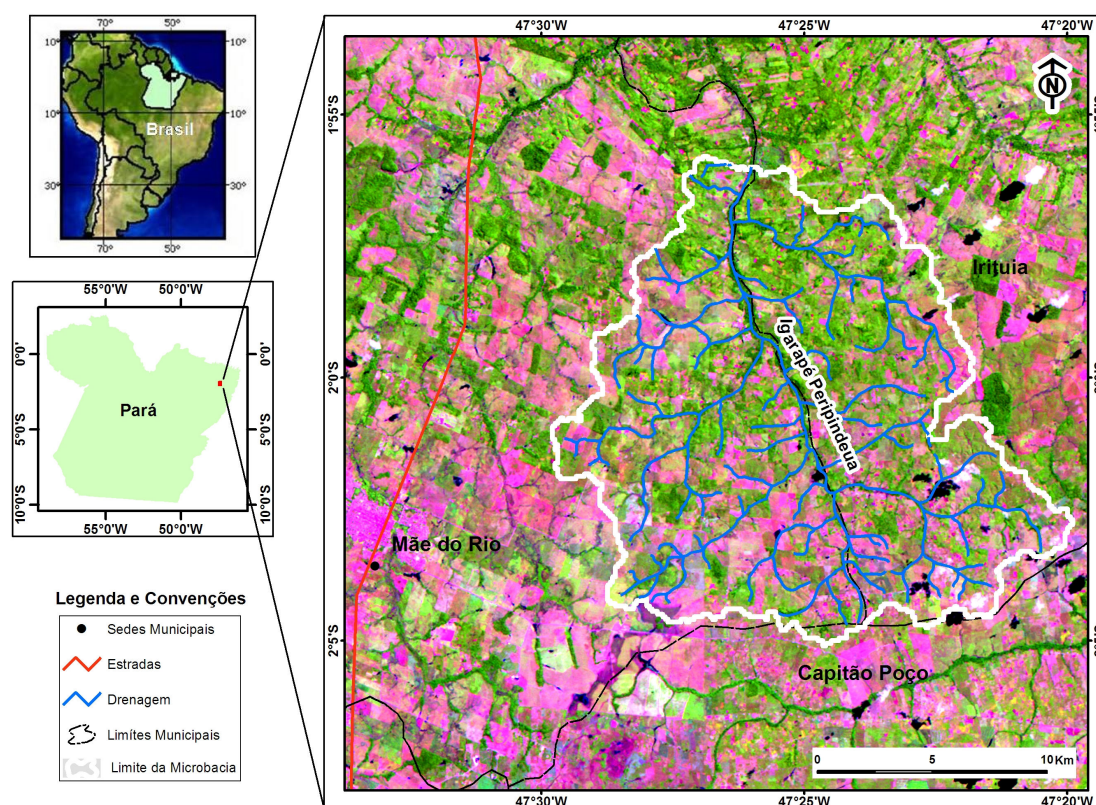


Figura 1. Localização da área de estudo.

2.4. Mapas de geologia, geomorfologia e clima

Os aspectos geológicos e geomorfológicos da área de estudo foram obtidos a partir dos produtos temáticos do IBAMA/IBGE. Realizaram-se as devidas adaptações de escala e de recorte, nesse último caso, considerando o limite definido anteriormente para a microbacia.

Os dados de precipitação foram obtidos a partir da base de dados espaciais do SIPAM/CRB, considerando-se a quantidade média de chuva precipitada na área de estudo.

2.5. Análise espacial da vulnerabilidade natural dos solos à erosão

Para a análise da vulnerabilidade dos solos aos processos erosivos, foi utilizada a metodologia proposta por Tricart (1977), adaptada por Crepani *et al.* (2001). Assim, foram compilados para a microbacia de estudo os seguintes mapas temáticos: uso e cobertura do solo, pedologia, geomorfologia, geologia, declividade e clima (precipitação).

Cada unidade geoambiental foi analisada individualmente, considerando-se os processos que influenciam o desenvolvimento da pedogênese e/ou morfogênese frente à morfodinâmica e expressando, assim, sua vulnerabilidade à erosão.

Posteriormente, foi atribuído um determinado peso de fragilidade para cada feição, baseado em Crepani *et al.* (2001): as unidades geoambientais mais estáveis receberam valores mais próximos de 1,0 (prevalece a pedogênese); as intermediárias valores ao redor de 2,0 (há equilíbrio entre pedogênese e morfogênese) e as mais vulneráveis valores próximos de 3,0 (prevalece a morfogênese). Assim, foram gerados pesos de fragilidade considerando as unidades geoambientais presentes na microbacia de estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Pesos de vulnerabilidade à erosão associados às unidades geoambientais.

Uso e Cobertura		Pedologia		Declividade (%)	
Classes	Pesos	Classes	Pesos	Classes	Pesos
Floresta Antropizada	1,0	PAd - Argissolo Amarelo	2,0	0 - 3,5	1,0
Campos Aluviais	3,0	PVAd - Argiloso vermelho-amarelo	3,0	3,5 - 5,8	1,1
Capoeira Alta	1,5	GXbd - Gleissolo Háptico	1,2	5,8 - 8,2	1,2
Capoeira Baixa	1,9	CXbd - Cambissolo Háptico	1,5	8,2 - 10,3	1,3
Cultura Agrícola	2,5	ESKg - Espodossolo Ferrihumilúvico	2,0	10,3 - 12,9	1,4
Solo Sob Preparo	3,0	AR - Afloramento Rochoso	3,0	12,9 - 15,1	1,5
Pasto Limpo	2,0			15,1 - 17,4	1,6
Pasto Sujo	2,5			17,4 - 19,8	1,7
Corpos d'água	1,5				

Geologia		Geomorfologia		Precipitação (mm)	
Classes	Pesos	Classes	Pesos	Classes	Pesos
Formação Ipixuna	1,0	Dissecação Convexa 22	1,5	2300 - 2500	1,5
Grupo Barreiras	1,5	Dissecação Tabular	2,0		

Fonte: Adaptada Crepani (2001).

Após a reclassificação das unidades geoambientais, realizou-se a álgebra entre os mapas temáticos selecionados. Os novos temas gerados foram convertidos para o formato “GRID” e, então, foi extraída uma média aritmética entre os valores de cada “Geoclasse”, resultando em um valor final. Esse valor representa a posição de cada unidade geoambiental na escala de vulnerabilidade à erosão (Tabela 3). Para tanto, foi utilizada a sub-ferramenta “raster calculator” do programa ArcGIS, sendo inserida a seguinte expressão (Equação 1):

$$V = \frac{\sum(G, Geo, C, P, D, UC)}{6} \quad (1)$$

Onde: V = vulnerabilidade; G = geologia; Geo = geomorfologia; C = clima; P = Pedologia; D = declividade; e UC = uso e cobertura do solo.

De posse da média entre os mapas temáticos gerados (expressa em valores decimais), realizou-se a padronização da legenda temática com o grau de vulnerabilidade das feições, conforme apresentado na Tabela 2. O produto final obtido, após essa operação, foi o mapa de vulnerabilidade dos solos à erosão para a área de estudo.

Tabela 2 – Escala de vulnerabilidade a erosão das unidades territoriais.

Intervalos	Valor representativo	Grau de Vulnerabilidade
1,0 - 1,4	14	Estável
1,5 - 1,9	19	Moderadamente estável
2,0 - 2,4	24	Moderadamente vulnerável
2,5 - 3,0	30	Vulnerável

Fonte: Adaptada Crepani (2001).

2.6. Análise espacial para o planejamento territorial

Por fim, foi realizado o planejamento territorial para a microbacia em estudo, considerando uma nova operação algébrica, que é expressa pela soma entre o mapa de vulnerabilidade natural dos solos à erosão e o mapa de uso e cobertura do solo, no qual são correlacionadas as informações espaciais entre as unidades geoambientais obtidas (Tabela 3).

Como produto final, foi gerado o mapa para o planejamento territorial da área de estudo e, com isso, fez-se possível a realização das quantificações em área das classes formadas.

Tabela 3. Definição das unidades visando o planejamento territorial.

Destinação das Áreas	Estabilidade	Uso/cobertura do solo
Preservação	Independente do grau de vulnerabilidade	Independente do uso
Prioritárias a recuperação e preservação	Alta Vulnerabilidade	Tipologias Florestais
Prioritárias a recuperação e conservação	Moderadamente Vulnerável	Solo Exposto/sob preparo
Uso monitorado	Moderadamente Estável	Uso consolidado
Uso sustentável	Estável	Capoeira Baixa

3. Resultados e Discussão

A microbacia do igarapé Peripindeua possui todas as classes de vulnerabilidade definidas na metodologia de Crepani *et al.* (2001), ou seja, áreas com comportamentos que variam de estável a vulnerável aos processos erosivos (Figura 2). Entretanto, a área em questão é caracterizada como moderadamente estável aos processos erosivos, posto que em 65% de sua área total foram encontrados valores de vulnerabilidade dos solos que variam entre 1,4 e 1,9.

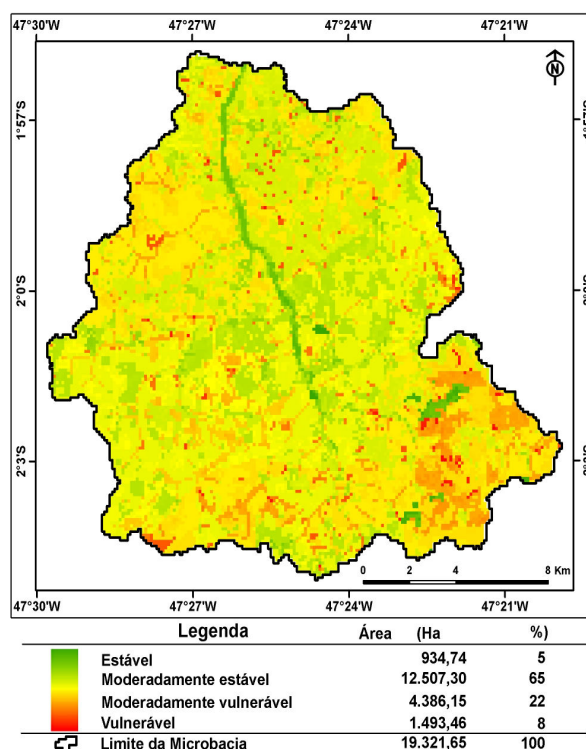


Figura 2. Mapa de vulnerabilidade natural dos solos à erosão em área da microbacia do igarapé Peripindeua, Nordeste Paraense.

Concorreu para tal comportamento o fato de a estrutura litológica, bem como a geomorfologia da área de estudo, caracterizar-se por apresentar relativa estabilidade frente aos processos de dissecação. Isso possibilita que a microbacia não tenha seus processos morfodinâmicos intensificados. Saliente-se que a área em questão está submetida a precipitações anuais que variam entre 2.300 a 2.500 mm e sob domínio de solos relativamente estáveis, com destaque ao Argiloso Amarelo que cobre 74,5% da área total.

Cabe ressaltar, ainda, que as áreas moderadamente estáveis estão concentradas nas regiões onde são desenvolvidas as atividades produtivas em âmbito da microbacia, sobretudo pastagens cultivadas (pasto sujo), mas também pequenos cultivos agrícolas e às áreas de

pousio agrícola, representadas pelas áreas de capoeira baixa. Devido a essas particularidades, tais áreas apresentam índices de biomassa relativamente baixos quando comparadas às áreas de tipologia florestal.

As unidades consideradas mais estáveis estão associadas às áreas com tipologia florestal. Segundo Guerra (1998), tal comportamento deve-se ao fato de que a cobertura vegetal, com alta biomassa, evita o contato direto das gotas de chuva com o solo e diminui os efeitos do escoamento superficial laminar. Portanto, a presença da vegetação relativamente densa, em associação com outras variáveis ambientais consideradas neste trabalho, acaba colaborando para minimizar os processos erosivos que ocorreriam caso o solo estivesse desnudo.

Na área de estudo, a presença de vegetação densa é o grande regulador do processo erosivo na zona ripária, pois os solos presentes são do tipo Gleissolo, com características bastante instáveis, por se encontrarem sob influência do regime fluvial.

As unidades geoambientais consideradas moderadamente vulneráveis aos processos erosivos (22% do total) estão situadas, em sua maioria, em áreas de pastagens cultivadas (pasto limpo) e de vegetação secundária (capoeira baixa), além de uma menor parcela localizada nas calhas dos igarapés tributários do Peripindeua. No caso das pastagens, apesar de a princípio o sistema radicular vigoroso minimizar os impactos do escoamento superficial da água pluvial (infiltração), pela sua alta capacidade de retenção hídrica, existem outras forças atuando para potencializar os processos erosivos como o pisoteio do gado e a baixa biomassa aérea características das gramíneas.

Um outro fator que condicionou a definição das áreas moderadamente vulneráveis aos processos erosivos refere-se a influência geomorfológica, haja vista que as mesmas situam-se em regiões mais elevadas da microbacia, estando assim, sob influência de uma litologia que favorece a morfogênese.

Por fim, as áreas identificadas como mais vulneráveis aos processos erosivos não possuem grande representatividade (8% do total), tal como pode ser observado na Figura 2. Tais áreas, estão em sua maioria concentradas nas partes mais elevadas e de declividade mais acentuada da microbacia, em solos Argissolo Vermelho-Amarelo, que são bastante instáveis, e cujo uso da terra atual corresponde às áreas com o solo exposto ou sob preparo. Tal como destacado anteriormente, a ausência da cobertura vegetal torna o solo mais vulnerável aos processos intempéricos, fazendo com que esses atuem com maior intensidade sobre essas áreas, fragilizando-as (Guerra, 1999). Esses processos podem ser intensificados ainda mais quando ocorrem em áreas localizadas em encostas ou mesmo nos vales encaixados de igarapés, quando situados em altitudes mais elevadas.

Na Figura 3, é apresentado o planejamento territorial para a microbacia do igarapé Peripindeua. A partir desse produto pode-se perceber que a unidade territorial mais representativa corresponde as Áreas para Uso Monitorado (55% do total), caracterizada por apresentar moderada estabilidade aos processos erosivos e com uso consolidado da terra. Recomenda-se que as mesmas tenham os seus usos monitorados por especialistas ou mesmo pelo proprietário, de modo que a utilização intensiva do solo não venha a acelerar os processos erosivos que já atuam sobre este ambiente.

As Áreas de Uso Sustentável (30% do total) referem-se às unidades consideradas relativamente estáveis quanto aos processos erosivos, localizadas em áreas de vegetação secundária, mais especificamente de capoeira baixa. Tendo-se em vista a expansão das atividades produtivas na região da rodovia BR-010, tais áreas devem ser preferencialmente direcionadas a esse fim. No entanto, é importante ressaltar que a utilização dessas áreas deve primar pela sustentabilidade e uso racional do solo, de modo que não sejam desencadeados os processos de degradação ambiental e, conseqüentemente, perda de áreas potencialmente agricultáveis.

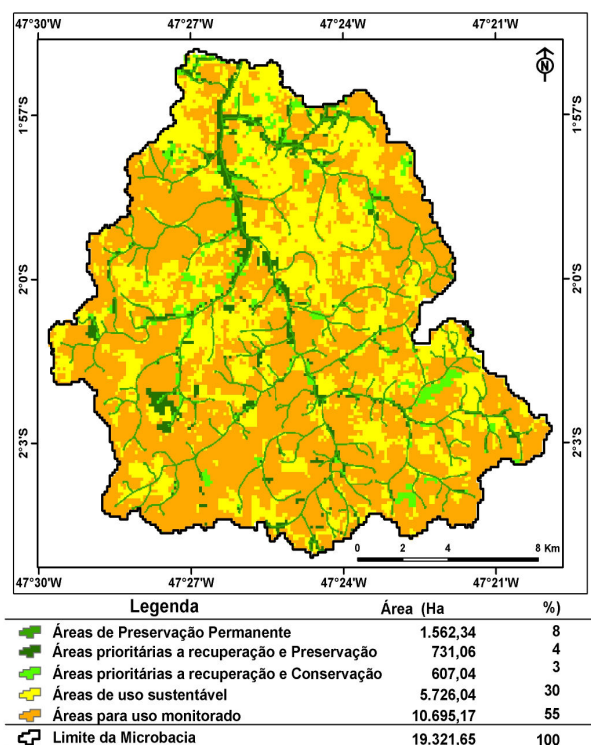


Figura 3. Mapa de planejamento territorial para a área da microbacia do igarapé Peripindeua, Nordeste Paraense.

As Áreas Prioritárias à Recuperação e Conservação ocupam uma parcela modesta da microbacia (3% do total), referem-se às unidades consideradas moderadamente vulneráveis. Caso estejam submetidas a intervenções antrópicas, sugere-se que essas áreas sejam prioritariamente destinadas à recuperação e direcionadas então à conservação. No entanto, no caso de ocorrerem em áreas de ocupação consolidada e produtiva, recomenda-se que as mesmas sejam direcionadas a averbação como áreas de Reserva Legal (RL), ou tenham seus usos menos intensificados e mais restritos.

Por sua vez, as áreas de maior vulnerabilidade (independentemente do uso), bem como as áreas com tipologias florestais, foram rotuladas como Áreas Prioritárias à Recuperação e Preservação (4% do total). No caso de terem passado por intervenções antrópicas predatórias, tais áreas necessitam primeiramente ser recuperadas para que só então possam ser destinadas à preservação. Assim, seu uso deve ser restringido à regeneração florestal, a partir de reflorestamento ou a implantação de sistemas agroflorestais (SAF's), ou mesmo averbação como RL.

As Áreas de Preservação Permanente (8% do total), independente do grau de vulnerabilidade a erosão, bem como do tipo e uso e cobertura do solo em que se encontrem, devem ser preservadas, ou no caso de submetidas à intervenção antrópica, recuperadas, pois além de poderem alcançar alto grau de vulnerabilidade aos processos erosivos, as mesmas são resguardadas pelo Código Florestal Brasileiro.

4. Conclusões

Apesar de localizada em área bastante antropizada pela colonização relativamente antiga, a microbacia do igarapé Peripindeua pode ser classificada como moderadamente estável, haja vista os resultados do prognóstico realizado de vulnerabilidade dos solos à erosão. A relativa estabilidade das unidades geoambientais possibilita que prevaleçam, em grande parte da microbacia, os processos pedogenéticos em detrimento dos processos morfogenéticos.

Os processos intempéricos podem ser encontrados nas mais variadas formas de uso do território, no entanto, uma utilização predatória dos ambientes e recursos nele presentes, pode ocasionar uma aceleração desses processos, que será proporcional às condições fisiográficas sob as quais as unidades geoambientais se encontram.

As áreas menos vulneráveis à erosão estão localizadas em áreas com cobertura vegetal relativamente preservada e de altitude mais baixa, comportamento esse inverso ao observado para as áreas que possuem vulnerabilidade mais elevada, onde prevalece a morfogênese em detrimento dos processos pedogenéticos.

No contexto do planejamento territorial, mais da metade da área da microbacia foi sugerida ao uso monitorado, tendo em vista que se trata de áreas de ocupação consolidada, com moderado potencial de atuação de processos erosivos. Vale salientar que nessas análises, além de questões relacionadas ao uso da terra e à vulnerabilidade dos solos à erosão, deve-se também considerar a legislação ambiental vigente e as diretrizes nela estabelecidas.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o suporte financeiro do projeto ‘Conservação de recursos naturais em mesobacias hidrográficas na Amazônia Oriental: iniciativas integradoras para promover a gestão ambiental participativa no meio rural - GESTABACIAS’, do Macroprograma 2 da Embrapa. Os autores agradecem ao pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Ricardo de Oliveira Figueiredo, que gentilmente realizou a elaboração do Abstract.

Referências Bibliográficas

BOTELHO, R.G.M. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p 269 –300.

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**. São José dos Campos: INPE, 2001. 25p.

ESRI. **ArcGIS**: a complete integrated system. Disponível em <<http://www.esri.com/software/arcgis/>>. Acesso em: jan. 2010.

GALLOPIN, G. **El ambiente humano y planificación ambiental**. Madri: Centro Internacional de Formación em Ciencias del ambiente (Opiniones, Fascículos de Medio Ambiente n°. 1), 1981. 30 p.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p 17 –55.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.) **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 149 - 209, 3°. Ed.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS (INPE/ DPI). **Spring**: Sistema de processamento de informações georreferenciadas. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>. Acesso em: jan. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Sistema compartilhado de informações ambientais**: mapas geológico e geomorfológico. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/shapes>>. Acesso em: out./2010.

RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S. Vulnerabilidade à erosão do solo da região do alto rio Pardo, Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.6, p.628–636, 2007.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. 2 ed.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977. 91p.

WATRIN, O.S.; GERHARD, P.; MACIEL, M.N.M. Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no Nordeste do Estado do Pará. **Geografia**. v. 34, n. 3, set/dez. 2009.