

ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE GEOPEDOLÓGICA À PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NA ÁREA DE DRENAGEM DA BAÍA DE ANTONINA/PR

Eduardo Vedor de Paula¹, Leonardo José Cordeiro Santos², Juliana Aurea Uber³

RESUMO

A baía de Antonina situada na porção leste do estado do Paraná revela no presente importantes taxas de assoreamento, o qual compromete à circulação de embarcações de médio e grande porte, traduzindo-se num significativo problema sócio-econômico em função da relevância da atividade portuária na região. No presente estudo pretendeu-se efetuar a análise da suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos nas bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina, priorizando-se a delimitação e a hierarquização das áreas que disponibilizam esses sedimentos. Para tanto, as unidades geológicas, pedológicas e geomorfológicas foram hierarquizadas quanto ao potencial de suscetibilidade à disponibilização de sedimentos. Em seguida atribuíram-se valores a cada unidade existente, que variam de 1 (suscetibilidade muito baixa) a 3 (suscetibilidade muito alta). Finalmente, realizou-se a média aritmética dos elementos geopedológicos selecionados, sendo que a geomorfologia foi constituída pela média da declividade e forma das vertentes. Dentre os principais resultados deve-se salientar que a classe de moderada suscetibilidade revelou significativo predomínio, por corresponder a 63,9% da área, seguida das classes de baixa suscetibilidade (18,8%) e alta (13,1%). É pertinente apontar que os resultados do presente trabalho deverão subsidiar a aplicação de modelos voltados à estimativa da produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina.

Palavras-Chave: Suscetibilidade geopedológica, Produção de sedimentos, Bacias hidrográficas, Assoreamento da baía de Antonina.

ABSTRACT

The growing silting process of the Antonina Bay, located in the eastern part of the State of Paraná, has reduced the movement of medium and large size vessels causing socio-economic damage due to the relevant port activity in the region. This paper is meant to analyze the geopedologic susceptibility to sediment yield in river basins that drain into the mentioned bay. Thus, the geological, soil and geomorphologic units were ranked according to their susceptibility potential regarding the availability of sediments. Among the main results it should be noted that the moderate susceptibility class showed significant predominance, accounting for 63.9% of the area, followed by the low (18.8%) and high susceptibility (13.1%) classes. It is worth pointing out that the results of this research will support the implementation of quantitative models aimed at estimating the sediment yield in Antonina Bay's drainage area.

Keywords: Geopedologic susceptibility, production of sediments, water basins, silting at Antonina Bay.

¹ Bolsista DTI-1 CNPq - UFPR – Universidade Federal do Paraná – Laboratório de Biogeografia e Solos. e-mail: eduardovedordepaula@yahoo.com.br

² Professor Doutor do Departamento de Geografia - UFPR – Universidade Federal do Paraná – Laboratório de Biogeografia e Solos. e-mail: santos@ufpr.br

³ Bolsista Iniciação Científica Fundação Araucária - UFPR – Universidade Federal do Paraná – Laboratório de Biogeografia e Solos. e-mail: juliana_uber@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Dentre os problemas ambientais a erosão acelerada dos solos deve ser destacada, uma vez que, conforme GUERRA e MENDONÇA (2004), provoca prejuízo ao meio ambiente e à sociedade, no local (*onsite*), onde os processos ocorrem e também nas áreas próximas ou afastadas (*offsite*). Os efeitos *onsite* incluem além da perda efetiva de solo, tanto a diminuição de sua fertilidade, como de sua capacidade de retenção de água. Os efeitos *offsite* devem-se ao escoamento de água e sedimentos, causando danos em áreas agrícolas afastadas ou contíguas àquelas onde a erosão esteja ocorrendo, assim como provocam danos relacionados a enchentes, contaminação de corpos hídricos e, principalmente, assoreamento de rios, reservatórios e baías.

De acordo com PERILLO (1995), as baías ou estuários são feições de transição entre o oceano e o continente, onde ocorre a mistura da água doce e dos sedimentos do aporte fluvial, com a água salgada do mar e as forçantes oceanográficas da costa adjacente. Dessa forma, uma região estuarina deve ser compreendida como receptora natural dos sedimentos carreados pelas bacias hidrográficas à montante, caracterizando-se como área natural de assoreamento.

Acredita-se que o processo de assoreamento da baía de Antonina, o qual constitui o objeto principal de investigação do presente trabalho, deva ser estudado a partir da identificação dos processos naturais e intervenções antrópicas, que têm potencial ou que de fato contribuam para a disponibilização de sedimentos à expressiva rede de drenagem, a qual carrega água e sedimentos à mencionada baía. Para tanto, o diagnóstico das bacias hidrográficas formadoras da área de drenagem desta baía demonstra-se como sendo primordial.

Nesse contexto o objetivo deste trabalho refere-se à confecção da carta de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos nas bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina, priorizando-se a delimitação e a hierarquização das áreas que disponibilizam esses sedimentos.

A baía de Antonina consiste na porção estuarina que mais adentra o território nacional, sendo que as bacias hidrográficas que drenam para a mesma somam 1.501,1 km² (Fig. 1). Essa área de drenagem evidencia predominantemente dois grandes compartimentos geomorfológicos: Serra do Mar e Planície Litorânea (MAACK, 1968; BIGARELLA *et al*, 1978; OKA-FIORI e CANALI, 1998).

Dada a relevância dos problemas decorrentes do assoreamento na área de interesse portuário do litoral paranaense, teve início em 2005 o Programa CAD (Contaminantes, Assoreamento e Dragagens no estuário de Paranaguá/PR), cuja descrição detalhada pode ser encontrada em BOLDRINI e PAULA (2008, p.225).

METODOLOGIA

A abordagem geopedológica é importante por relacionar a interação entre o substrato, o relevo, os solos e tem sido preferencialmente aplicada para o estudo das ocorrências erosivas e suas conseqüências (BORGES *et al.*, 2009).

A geopedologia pode ser compreendida como a combinação dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, voltada à compreensão das potencialidades e fragilidades da dinâmica do ambiente (CURCIO *et al.*, 2006). A compartimentação geopedológica do ambiente, por meio de técnicas de geoprocessamento, revela elevado potencial à análise da suscetibilidade à produção de sedimentos.

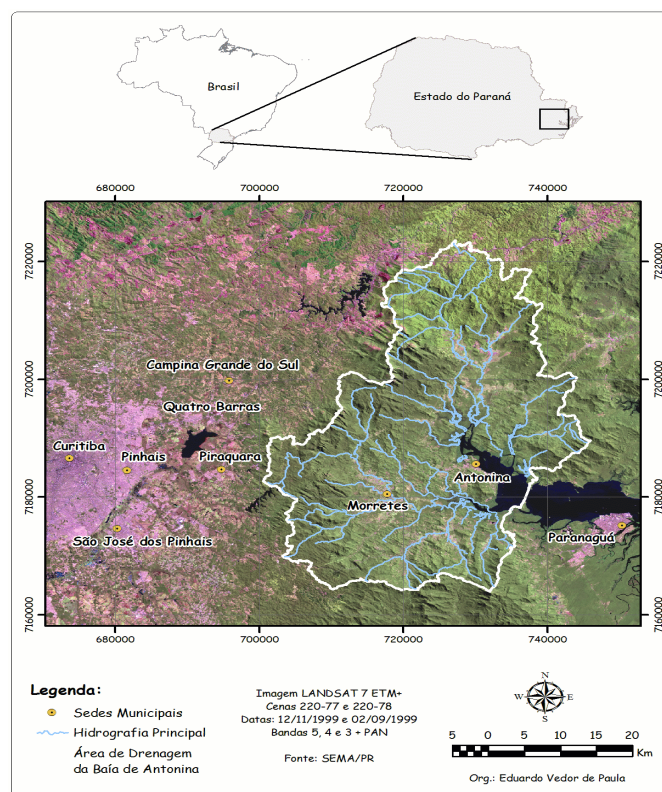


Figura 1. Localização da área de drenagem da baía de Antonina

Dentre os estudos de Geografia Física recentemente desenvolvidos no Brasil, inúmeros são os trabalhos em que os elementos da paisagem (clima, relevo, geologia, solos, cobertura vegetal e uso da terra) são ponderados, visando à hierarquização de fragilidades e potencialidades ambientais. Para a definição dos elementos geopedológicos considerados na confecção da carta de suscetibilidade à produção de sedimentos, bem como na hierarquização e ponderação das classes respectivas, foram considerados os trabalhos de TRICART (1977), ROSS (1994), RODRIGUES (1998), CREPANI *et al.* (2001), KOUAKOU e XAVIER (2004), CAMPAGNOLI (2005; 2006), CUNICO (2007), SANTOS *et al.* (2007), PAULA e CUNICO (2008), PAULA e NOWATZKI (2009), BORGES *et al.* (2009) e, sobretudo as particularidades das bacias hidrográficas que drenam para a baía de Antonina.

A confecção da carta de suscetibilidade contemplou três momentos. No primeiro efetuou-se a hierarquização das unidades geológicas, pedológicas e geomorfológicas quanto ao potencial de suscetibilidade à disponibilização de sedimentos. Em seguida atribuíram-se valores a cada classe existente, que variam de 1 (suscetibilidade muito baixa) a 3 (suscetibilidade muito alta), conforme ilustrado na Tab. 1. Finalmente, realizou-se a média aritmética dos elementos geopedológicos selecionados, sendo que a geomorfologia foi constituída pela média da declividade e forma das vertentes. Por meio de álgebra de mapas⁴, foi implementada a Equação 1. Essa equação foi empregada a partir da ferramenta *Map Calculate*, disponível na extensão *Spatial Analyst*, do software ArcGIS 9.2.

$$SG = ([Geo] + [Ped] + (([Dec] + [Fve]) / 2)) / 3 \quad (1)$$

Onde *SG* é a suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, *Geo* é a unidade geológica, *Ped* classe de solo, *Dec* é a declividade, e *Fve* é a forma de vertente.

⁴ O termo “álgebra de mapas” foi cunhado por TOMLIN (1990), para indicar o conjunto de procedimentos de análise espacial em Geoprocessamento que produz novos dados, a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais mapas. Esta visão concebe a análise espacial como um conjunto de operações matemáticas sobre mapas, em analogia aos ambientes de álgebra e estatística tradicional. Os mapas são tratados como variáveis individuais, e as funções definidas sobre estas variáveis são aplicadas de forma homogênea a todos os pontos do mapa (BARBOSA *et al.*, 1998, p. 487).

Tabela 1. Escala de suscetibilidade à produção de sedimentos

Valor	Grau de Suscetibilidade
3,0	Muito Alta
2,9	
2,8	
2,7	
2,6	Alta
2,5	
2,4	
2,3	
2,2	Mediana
2,1	
2,0	
1,9	
1,8	Baixa
1,7	
1,6	
1,5	
1,4	Muito Baixa
1,3	
1,2	
1,1	
1,0	

Adaptado de CREPANI *et al.* (2001)

PONDERAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS, ÍNDICES MORFOMÉTRICOS E SUBORDENS PEDOLÓGICAS

A contribuição da geologia para a confecção da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos é pautada nas informações relativas ao grau de coesão das rochas que compõem cada compartimento geológico. De acordo com CREPANI *et al.* (2001), o grau de coesão das rochas deve ser entendido como a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem. Dessa forma, quanto menor o grau de coesão das rochas maior será a suscetibilidade aos processos intempéricos, e conseqüentemente a formação de mantos constituídos por sedimentos disponíveis ao transportes.

Na Tab. 2 tem-se listadas as unidades geológicas mapeadas na área de drenagem da baía de Antonina com respectivo peso, atribuído dentro de uma escala de suscetibilidade ao grau de coesão das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, conforme discussão desenvolvida por CREPANI *et al.* (*Op. Cit.*).

Tabela 2. Ponderação das unidades geológicas conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Código(s)	Unidade Geológica	Peso
APIsn	Complexo Serra Negra	1,5
APIcmq	Complexo Cachoeira	1,0
APIcca	Complexo Cachoeira	1,9
APIcq, APIcgm	Complexo Cachoeira	1,7
APIcga	Complexo Cachoeira	2,0
APIcxm	Complexo Cachoeira	1,8
APIrmx	Complexo Metamórfico Indiferenciado	1,7
APIg3, APIg7, APIg8	CGG -Complexo Granítico-Gnáissico	1,2
APImge, APImgm, APImgr, APInga, APIngi, APIsgf	CGM -Complexo Gnáissico-Migmatítico	1,3
PEg1, PEg2, PEg4, PEg6, PEg7	Suíte álcali -granitos	1,1
Egg, Ega	Formação Guaratubinha	1,1
Egs	Formação Guaratubinha	2,7
Egm	Intrusivas granitóides	1,1
JKdp	Intrusivas Básicas	1,5
Ta	Formação Alexandra	2,8
QAr, QHa, QHa1, QHa2, QHmg, QHmo, Qm, QHcs, QHc, Qt	Sedimentos recentes	3,0

Às unidades geológicas cuja descrição de sua composição evidenciou a presença de quartzitos, granitos, granulitos e migmatitos, atribuíram-se os menores valores de suscetibilidade aos processos intempéricos. Em seguida estão as unidades nas quais identificou-se predomínio de diorito, gabro, muscovita e biotita. Dentre as unidades que denotam mediana suscetibilidade estão àquelas constituídas por hornblenda, xistos e filito. Com grau muito alto de suscetibilidade encontram-se as unidades formadas por siltitos, argilitos, folhelhos e, principalmente por sedimentos inconsolidados.

Na análise da geomorfologia quanto à suscetibilidade à produção de sedimentos, foram considerados dois índices morfométricos do terreno: declividade e forma das vertentes.

A declividade revela relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética. Assim quanto maior a declividade mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética e maior é, também, a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte de sedimentos. Na Tab. 3 tem-se a ponderação atribuída a cada classe de declividade, conforme grau de suscetibilidade à produção de sedimentos.

Tabela 3. Ponderação das classes de declividade conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Declividade (%)	Declividade (Graus)	Peso
< 5	< 2,9	1,0
5 – 12	2,9 – 6,8	1,5
12 – 30	6,8 – 16,7	2,0
30 – 47	16,7 – 25,2	2,5
> 47	> 25,2	3,0

O agrupamento das classes de declividade foi efetuado a partir das proposições desenvolvidas por DE BIASE (1995). A ponderação dessas classes quanto à suscetibilidade à produção de sedimentos foi atribuída de acordo com SANTOS, *et al.* (2007).

O estudo das formas das vertentes no que se refere à instabilidade das suas condições física e à dinâmica ocorrida pela sua evolução elucidam como são superados os limites da estabilidade das vertentes, o que permite compreender os processos deflagradores da erosão e dos movimentos de massa.

Na análise das formas das vertentes verificou-se que de acordo com KIRKBY e CHORLEY (1967) *apud* STABILE *et al.* (2009) a curvatura côncava ao potencializar os fluxos hídricos e promover a convergência dos mesmos é um dos principais fatores responsáveis pelos processos erosivos. Em relação aos movimentos de massa, VIEIRA (2007) afirma que as porções côncavas, por concentrarem maior volume de água e sedimentos, provocam a elevação da pressão, a qual tem o papel de reduzir a estabilidade das vertentes, durante índices pluviométricos intensos. Nesse sentido, conforme apresentado na Tab. 4, atribui-se maior peso às formas côncavas.

Tabela 4. Ponderação das classes de formas de vertentes conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Forma de Vertente	Peso
Trecho de Planície	1,0
Vertente Convexa	1,5
Vertente Retilínea	2,0
Vertente Côncava	3,0

Nos seguimentos retilíneos o padrão reto da sua forma faz com que a água flua de forma laminar não concentrada, o que justifica o valor de suscetibilidade moderada atribuída a essa classe.

Para os segmentos convexos, nos quais os movimentos da água ocorrem de forma difusa, de modo que não há concentração dos fluxos de água e o potencial à ocorrência de processos erosivos torna-se menor, atribuiu-se peso relativo à baixa suscetibilidade. Finalmente, para os trechos de planície onde a água tende a se concentrar, porém na ausência de mobilidade, atribuíram-se os menores valores de suscetibilidade.

Os dados pedológicos foram ponderados conforme sua predisposição natural à produção de sedimentos. Os Organossolos Fólicos caracterizam-se por estarem posicionados nos campos de altitude, bem como apresentarem horizontes orgânicos sob contato lítico. Dessa maneira disponibilizam volumes desprezíveis de sedimentos quando erodidos, fato que justifica os valores de suscetibilidade muito baixa atribuídos a essa subordem.

Aos solos hidromórficos existentes na região (GJ, GX, GX + CY e GX + RY) atribuiu-se de muito baixa a baixa suscetibilidade à disponibilização de sedimentos, uma vez que os mesmos caracterizam-se por estarem situados em porções de deposição. Devem-se justificar os valores superiores empregados aos CY, bem como aos GX + CY e GX + RY, em função da maior predisposição desses solos aos processos erosivos quando situadas em margens fluviais, se comparados aos GX e GJ. A citada maior predisposição aos processos erosivos deve-se as características morfológicas (estrutura, sobretudo) dos solos em questão.

Os EK denotam horizonte eluvial, que uma vez desprovidos de cobertura vegetal são rapidamente erodidos, em razão da sua textura altamente arenosa. Esses solos também apresentam no horizonte B, uma camada impermeabilizante que favorece sua rápida saturação e, o conseqüente escoamento superficial. Assim, mesmo estando associados aos GX, atribuiu-se peso superior em relação às subordens supramencionadas.

Os RL e CX apresentam pequena profundidade efetiva e reduzido volume de material a ser transportado, porém comumente denotam contato lítico ou associação a Afloramentos Rochosos. Essas características conferem a estes solos baixa capacidade para suportar até a vegetação natural, sendo os mesmos de considerável potencial à ocorrência de movimentos de massa. Em razão disso, foram empregados valores de moderada susceptibilidade à produção de sedimentos às subordens RL, CX e RL + CX.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos denotam avançado estágio de intemperização, o que se traduz em profundidades superiores àquelas encontradas nos demais solos existentes na área de drenagem da baía de Antonina. Em geral são solos que derivam de rochas ácidas, com

importante teor de quartzo e menor de argila. Em razão do significativo volume de sedimento a ser disponibilizado, associado à sua menor coesão e menor permeabilidade quando comparados a solos argilosos, atribuiu-se à associação CX + LVA peso correspondente à alta suscetibilidade à produção de sedimentos.

A associação CX + PVA evidencia alta suscetibilidade à erosão, pois mesmo considerando-se a predominância dos Cambissolos deve-se mencionar que os Argissolos apresentam importante diferença de textura entre os horizontes A e B, o que modifica a infiltração da água no solo, aumentando a carga hídrica e favorecendo o desenvolvimento do *piping*, gerador de voçorocas. Essa característica de diferença textural entre os horizontes, de modo menos intensa, também é percebida em significativa parcela dos CX que se associam aos PVA, fato que justifica a atribuição do termo argissólico aos CX.

Na Tab. 5 é apresentada a ponderação atribuída a cada subordem pedológica (ou associação) existente na área de estudo.

Tabela 5. Ponderação dos solos conforme suscetibilidade à produção de sedimentos

Sigla	Subordem Pedológica	Peso
OO	Organossolo Fólico	1,0
GJ	Gleissolo Tiomórfico	1,0
GX	Gleissolo Háptico	1,0
GX + CY	Gleissolo Háptico + Cambissolo Flúvico	1,3
GX + RY	Gleissolo Háptico + Neossolo Flúvico	1,3
CY	Cambissolo Flúvico	1,5
EK + GX	Espodossolo Humilúvico + Gleissolo Háptico	1,5
RL	Neossolo Litólico	2,0
CX	Cambissolo Háptico	2,0
CX + RL	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	2,0
CX + LVA	Cambissolo Háptico + Latossolo Vermelho-Amarelo	2,5
CX + PVA	Cambissolo Háptico + Argissolo Vermelho-Amarelo	3,0

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos da Área de Drenagem da Baía de Antonina está representada na Fig. 2. Ao se analisar os dados dessa

carta, os quais estão descritos na Tab. 6, percebe-se o predomínio da classe relativa à moderada suscetibilidade, com 63,9% de toda a área considerada.

Tabela 6. Suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos na área de drenagem da baía de antonina

Suscetibilidade Geopedológica	Valor	Área (km ²)	%
Muito Baixa	1,0 – 1,3	30,3	2,0
Baixa	1,4 – 1,7	275,1	18,8
Moderada	1,8 – 2,2	958,3	63,9
Alta	2,3 – 2,6	196,9	13,1
Muito Alta	2,6 – 3,0	39,9	2,7

Acredita-se que o predomínio da classe de moderada suscetibilidade na porção de Serra, que se traduz no maior compartimento geomorfológico da área de drenagem da baía de Antonina (com 57,6%), se deva à combinação de rochas com alto grau de coesão (baixa suscetibilidade), com declividades elevadas (alta suscetibilidade) e solos com taxas medianas de produção de sedimentos. Na região do compartimento geomorfológico do Planalto Dissecado, também se observou a prevalência de valores correspondentes à moderada suscetibilidade.

A classe de baixa suscetibilidade foi a segunda maior em termos de área, somando 275,1 km² (18,8% da área total). Essa classe foi observada principalmente na região dominada por manguezais. Tanto nas porções geomorfológicas de Planície Aluvial, quanto de Planalto Ondulado, notou-se maior frequência da combinação de superfícies de baixa e moderada suscetibilidades.

Com 13,1% da área em estudo tem-se a classe de alta suscetibilidade, com predomínio nas porções de Morros e Colinas, bem como em trechos de média à baixa vertente da Serra, nas três situações citadas deve-se ressaltar a presença da associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, a qual evidencia muito alta suscetibilidade à disponibilização de material sedimentar.

As porções de suscetibilidade muito alta, com 2,7% da área, são encontradas, sobretudo, em vales fluviais situados na serra, nos quais se nota a presença da unidade geológica constituída por sedimentos recentes, sob a associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, em porções de significativos declives em vertentes côncavas.

Com menor representatividade, os segmentos de muito baixa suscetibilidade apresentaram somente 2% da área, estando restritos à pequenos fragmentos situados principalmente nas Planícies Aluviais e Áreas Coluviais.

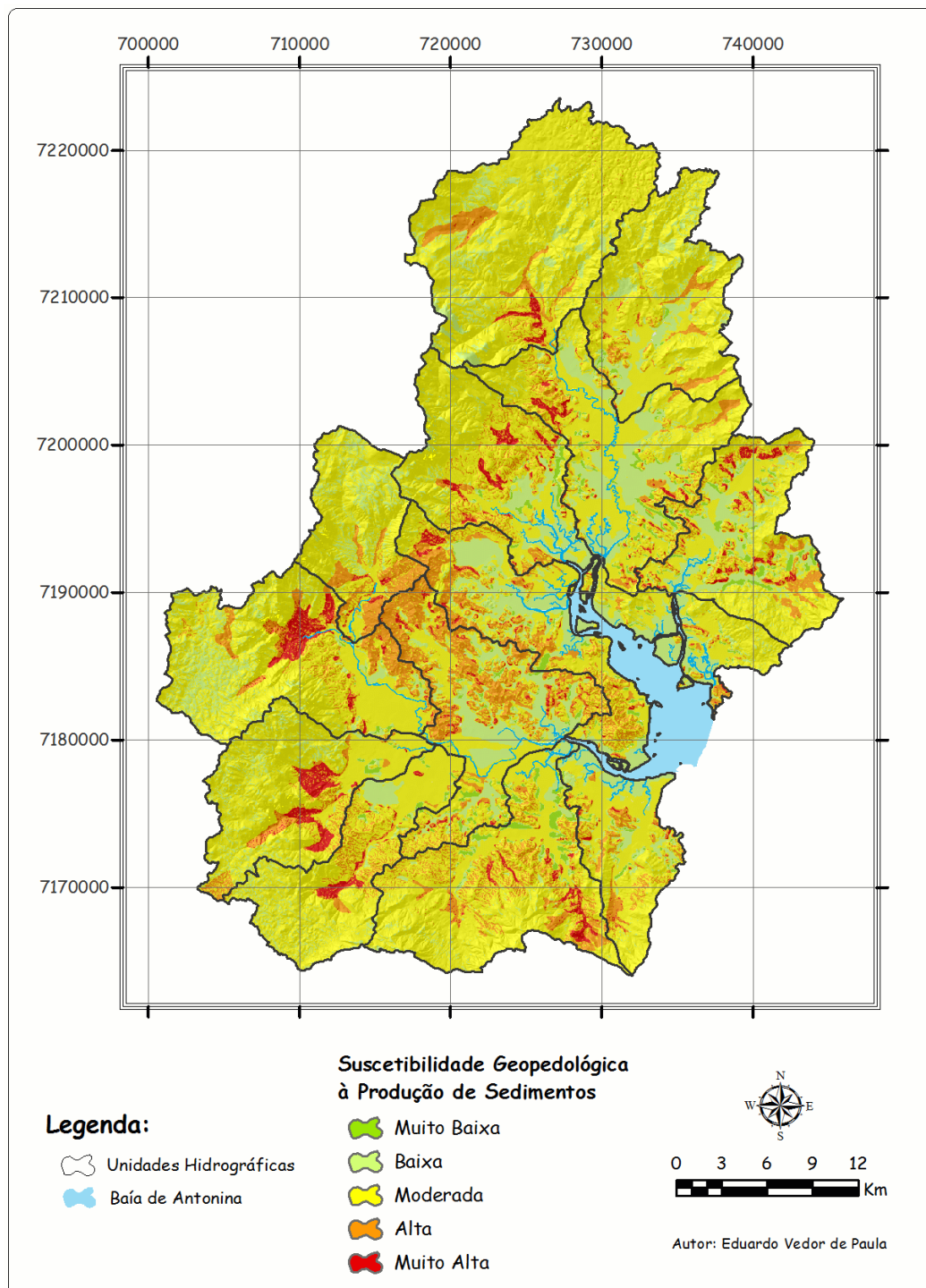


Figura 2. Ilustração da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos da Área de Drenagem da Baía de Antonina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de drenagem da baía de Antonina evidencia predominância de valores moderados de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos, desta forma intervenções como a simples retirada da cobertura vegetal tende a proporcionar significativos incrementos nas taxas de produção de sedimentos.

É pertinente apontar que os resultados do presente trabalho deverão subsidiar a aplicação de modelos voltados à estimativa da produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, C. C.; CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S.; CREPANI, E.; NOVO, E.; CORDEIRO, J. P. Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9. Santos/SP, 1998. **Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 1998. INPE, CD-ROM, p. 487-500.

BIGARELLA, J. J.; KLEIN, R. M.; LANGE, R. B.; LOYOLA e SILVA, J.; LARACH, J. O. I.; RAUEN, M. J. **A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional**. Secretaria de Estado do Planejamento – ADEA (Associação de Defesa e Educação Ambiental). Curitiba: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. (eds.). 1978, 248 p.

BOLDRINI, E. B.; PAULA, E. V. Programa CAD (Contaminantes, Assoreamento e Dragagem no estuário de Paranaguá/PR) e a recuperação de bacias hidrográficas para mitigar o processo de assoreamento. In: BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V.(Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil: Engenharia, Tecnologias e Meio Ambiente**. Antonina: ADEMADAN; UNIBEM; Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (MCT). 2008. 296p.

BORGES, R. O.; SILVA, R. A. A.; CAMPAGNOLI, F.; CASTRO, S. S. Mapeamento da evolução da produção de sedimentos no setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 8. São Paulo, 2009. **Anais do VIII Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, 2009. CD-ROM.

CAMPAGNOLI, F. The Brazilian lands: rates os potencial production of sediments. In: Sediment Budgtes Symposium, 7. Foz do Iguaçu, PR, Brazil 2005. **Anais of VII IAHS Scientific Assembly**. 2005. CD-ROM.

CAMPAGNOLI, F. The production of the sediment from South American: propose of mapping of the erosion rates based on geological and geomorphological aspects. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia: UFU. ano 7, n.1, 2006, p. 3-8.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDES FILHO, P.; 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.

CUNICO, C. **Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Marumbi/PR: Perspectivas para análise e avaliação das condições sócio-ambientais.** Curitiba, 2007, 176f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

CURCIO, G. R.; UHLMANN, A.; SAVEGNANI, L. A geopedologia e a coleta de sementes de espécies arbóreas em florestas fluviais *In*: MEDEIROS, A. C. S.; VIBRANS, A. C. (Ed.). **Coleta, manejo e armazenamento de sementes de espécies arbóreas da Mata Atlântica.** Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2006. p.5-28.

DE BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *In*: **Revista do Departamento de Geografia.** v.6. São Paulo: FFLCH/ USP, 1995.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a Questão Ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.225-256.

KOUAKOU, R. N.; XAVIER DA SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à avaliação de geopotencialidade agroterritorial. *In*: XAVIER DA SILVA, J; ZAIDAN, R. T. (orgs.). **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacias hidrográficas:** aspectos conceituais e metodológicos, Brasília: IBAMA, 1995.

MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. Curitiba, BADEP/UFPR/IBPT, 1968.

OKA-FIORI, C.; CANALI, E. N. Mapeamento Geomorfológico. *In*: LIMA, R. E.; NEGRELLE (orgs.). **Caracterização do NIMAD do litoral paranaense. Meio Ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná. Diagnóstico.** Curitiba: Editora da UFPR. 1998. p. 51-56.

PAULA, E. V.; CUNICO, C. Delimitação das áreas prioritárias à recuperação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Pequeno (Antonina/PR). *In*: BOLDRINI, E. B.; SORAES, C. R.; PAULA, E. V.(Orgs.). **Dragagens Portuárias no Brasil:** Engenharia, Tecnologias e Meio Ambiente. Antonina: ADEMADAN; UNIBEM; Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (MCT). 2008. 296p.

PAULA, E. V.; NOWATZKI, A. **Delimitação das áreas prioritárias à recuperação na bacia hidrográfica do Rio Sagrado (Morretes/PR).** Antonina: ADEMADAN, 2009. 45 p. Terminais Marítimos Cattalini.

PERILLO, G. M. E. Definitions and Geomorphologic Classifications of Estuaries. *In* PERILLO, G. M. E. (Ed.). **Geomorphology and sedimentology of Estuaries.** The Netherlands: Elsevier Science B.V. 1995. p 17-47.

RODRIGUES, S. C. **Análise empírico experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do Planalto Paulistano: sub-bacia do Reservatório Billings**. São Paulo, 1998, 264 f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade de ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia FFLCH/USP**, São Paulo, n. 8, 1994.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALLI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**. Ano 37,. n.4, 2007. p.812-820.

STABILE, R. A.; VIEIRA, B. C. O Papel da Declividade e da Forma das Vertentes na Distribuição das Feições Erosivas da Bacia Água da Faca, Piratininga (SP), 13. Viçosa (MG), 2009. **Anais do 13º Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 1-11.

TOMLIN, D. **Geographic information systems and Cartographic Modeling**. Prentice Hall, New York, 1990.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.

VIEIRA, B. C. **Previsão de Escorregamentos Translacionais Rasos na Serra do Mar (SP) a partir de Modelos Matemáticos em Bases Físicas**. Rio de Janeiro, 2007, 193 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro.