

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS AUGUSTO WROBLEWSKI

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NA ÁREA DE DRENAGEM DAS
BAÍAS DO LITORAL DO PARANÁ: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL E
GESTÃO TERRITORIAL

CURITIBA

2021

CARLOS AUGUSTO WROBLEWSKI

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NA ÁREA DE DRENAGEM DAS
BAÍAS DO LITORAL DO PARANÁ: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL E
GESTÃO TERRITORIAL

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Especialização em Análise Ambiental, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Alexei Nowatzki

CURITIBA

2021

Estimativa da Produção de Sedimentos na área de drenagem das Baías do Litoral do Paraná: Subsídios ao Planejamento Ambiental e Gestão Territorial

RESUMO

Um dos principais problemas ambientais da atualidade é o aumento da perda de solo por erosão, ocasionado pelo avanço da ocupação antrópica sobre diversos ambientes, bem como as transformações nos padrões de uso da terra. Assim, o presente artigo possui três objetivos principais: a confecção da carta de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos; a identificação das áreas-fonte, e; a estimativa da produção sedimentológica para a área de drenagem das baías do litoral do Paraná. Para tanto, foi utilizada a álgebra de mapas, combinando características do meio físico, tais como pedologia, geomorfologia e geologia, com o uso de cobertura da terra para se chegar aos objetivos propostos. Os resultados obtidos demonstram que a área de estudo possui 34% do território caracterizado como suscetibilidade geopedológica alta, ao passo que a produção sedimentar estimada foi de 227.653,32 toneladas anuais, com média por km² de 37,85 toneladas. Os resultados alcançados visam o subsídio a elaboração de Planos de Bacia e/ou Programas de Recuperação de Áreas Degradadas nas bacias com alta produção sedimentar por km², além de servir como base de diagnóstico territorial para programas de Pagamento por Serviços Ambientais, com foco em sedimento evitado e manutenção da qualidade de água para abastecimento público.

Sediment Production Estimation in the drainage area of the Paraná Coastal Bays: subsidies for Environmental Planning and Territorial Management

ABSTRACT

One of today's main environmental problems is the increase of soil loss by erosion, caused by the advance of anthropic occupation over diverse environments, as well as the transformations in the patterns of land use. Thus, the present article has three main objectives: the elaboration of a geopedological susceptibility chart for sediment production; the identification of source areas; and the estimation of sediment production for the drainage area of the bays of the Paraná coast. For this, the algebra of maps was used, combining characteristics of the physical environment, such as pedology, geomorphology, and geology, with the use of land cover to reach the proposed objectives. The results obtained show that the study area has 34% of the territory characterized as high geopedological susceptibility, while the estimated sedimentary production was 227,653.32 tons per year, with an average per km² of 37.85 tons. The results achieved aim to subsidize the elaboration of Basin Plans and/or Degraded Areas Recovery Programs in basins with high sediment production per km², in addition to serving as a basis for territorial diagnosis for Payment for Environmental Services programs, with a focus on avoided sediment and maintenance of water quality for public supply.

Introdução

Atualmente, o avanço das atividades antrópicas sobre diversos ambientes e porções do território ocorre, em muitas ocasiões, sem o devido planejamento e criteriosa avaliação dos impactos. Assim, tal avanço acarreta em prejuízos não só ambientais, mas também sociais e de ordem econômica, tendo em vista que a recuperação de um ambiente degradado envolve um montante razoável de recursos públicos e/ou privados, para garantir novamente a provisão dos Serviços Ecossistêmicos perdidos, especialmente os de regulação (Brauman; Meulen, Brils, 2014), dentre os quais se destaca o controle de erosão.

Diante de tal conjuntura, Guerra e Cunha (2008) destacam que a acelerada perda de solos pode ser traduzida sob a forma de desagregação, transporte e deposição de seus constituintes, ao passo que Guerra e Mendonça (2004) demonstram que os efeitos e desequilíbrios causados evidenciam-se no local onde o fenômeno se processa (*onsite*), bem como em regiões afastadas (*offsite*), sendo um importante problema ambiental a ser considerado (Bakker *et. al.*, 2008). Cabe ressaltar que os processos de transporte e deposição dos materiais pedológicos, que levam aos fenômenos *offsite*, são naturais, contudo, podem ser potencializados pelas mudanças no uso e ocupação da terra para atividades humanas e obras de engenharia convencional executadas sem o devido critério (Minella *et. al.*, 2007).

Tais questões se tornam relevantes, especialmente ao se considerar a localização da área de estudo, tendo em vista que as feições estuarinas podem ser compreendidas como receptoras naturais de sedimentos (Paula; Santos; Uber, 2010) e funcionam como ambientes deposicionais permanentes de material sedimentar (Carneiro, 2013) fazendo-se necessário portanto, o entendimento integrado da produção de sedimentos nas unidades hidrográficas que drenam para as baías/estuários, bem como os principais contribuintes a tal processo, tendo em vista que, além do assoreamento de rios, canais de navegação e baías, o material carreado carrega consigo contaminantes, especialmente as frações de argila, pois se comportam como coloides (Cotta, *et al.*, 2006; Oliveira e Marins, 2011).

Diante desse cenário, o presente artigo possui três objetivos principais: a confecção da carta de suscetibilidade geopedológica à produção de sedimentos; a identificação das áreas-fonte e; a estimativa da produção sedimentológica para a área de drenagem das baías do litoral do Paraná.

Portanto, para se chegar aos objetivos propostos, o presente trabalho fez uso da Geopedologia, sendo que esta 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). Do mesmo modo, destacam-se os

trabalhos de Crepani et al. (2001), Campagnoli (2005; 2006) e Paula (2010) no que tange a aplicação da metodologia proposta no presente trabalho.

Segundo o Dicionário Priberam da Língua Portuguesa o termo suscetível pode ser entendido como o “que envolve possibilidade de certa coisa” (Suscetível, 2021). Assim, a confecção da carta de suscetibilidade geopedológica, ao reunir os atributos físicos da área de estudo, busca inferir quais são os locais mais suscetíveis a produção sedimentar em determinada região. Contudo, importante salientar que não necessariamente as áreas elencadas como alta suscetibilidade nos mapeamentos estão, de fato, sendo as responsáveis pela maior produção sedimentar.

Portanto, a carta de suscetibilidade é útil ao demonstrar áreas sensíveis em determinadas localidades, indicando que eventuais mudanças no uso da terra desses locais podem desencadear processos erosivos que não estavam latentes. Assim, ao se integrar o mapeamento de uso da terra, é possível identificar as áreas-fonte de sedimentos no atual contexto da paisagem, estimando também a sua produção média, visando um melhor direcionamento de esforços na mitigação da produção sedimentar, seja pelo fortalecimento da gestão das Unidades de Conservação que se localizam em porções críticas do território a produção sedimentar, seja por meio de ações de estímulo a Programas de Recuperação de Áreas Degradadas – PRADs ou de restauração/conservação de áreas por entes privados, através de Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais

Materiais e métodos

Localização da área de estudo

A região selecionada compreende toda a área de drenagem das bacias que deságuam nas baías paranaenses, possuindo área de aproximadamente 6.000 km², o que representa aproximadamente 3% do estado do Paraná. A mesma se insere no contexto da Grande Reserva da Mata Atlântica (GRMA, 2021), abrigando o maior remanescente contínuo de Mata Atlântica do país, ao mesmo tempo que possui grande movimentação portuária e está a poucos quilômetros da capital do estado do Paraná.

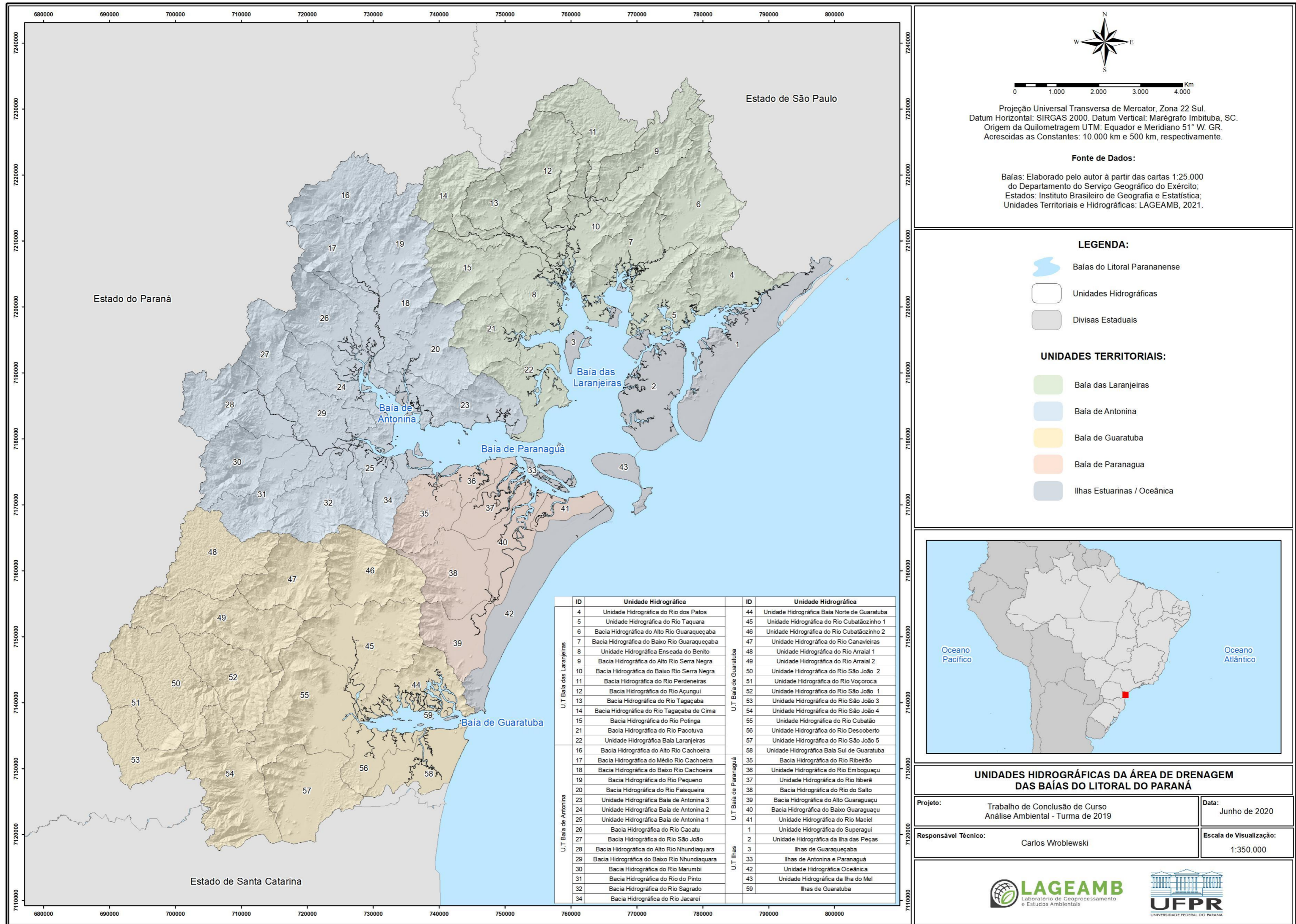
Salienta-se que o litoral do Paraná possui costa oceânica com, aproximadamente, 100 km de extensão, mas conta com mais de 1.300 km de extensão ao se considerar as áreas costeiras estuarinas (Pierri *et. al.*, 2013). Destaca-se a presença das baías de Laranjeiras e de Paranaguá as quais são conectadas e formam o Complexo Estuarino de Paranaguá – CEP, bem como a Baía de Guaratuba na porção sul do litoral do estado.

Dada a extensão da área de estudo, bem como as suas diferentes características territoriais optou-se pela divisão da área de estudo em 05 unidades territoriais (U.T.) distintas (Quadro 1), ao passo que a sua representação gráfica pode ser vista na Figura 1.

Quadro 1: Divisão proposta para Unidades Territoriais da área de estudo

Unidade Territorial	Escopo Geográfico	Área (Km²)	Área (%)
Baía das Laranjeiras	Compreende 14 unidades hidrográficas ao norte da área de estudo, as quais drenam para a Baía das Laranjeiras, também conhecida localmente como Baía de Guaraqueçaba.	1517,02	25,22
Baía de Antonina	Composta por 16 unidades hidrográficas, as quais drenam para a Baía de Antonina.	1579,11	26,25
Baía de Guaratuba	Maior Unidade Territorial encontrada a área de estudo, abrange 15 unidades hidrográficas as quais drenam para a Baía de Guaratuba.	1936,25	32,19
Baía de Paranaguá	Menor Unidade Territorial encontrada na área de estudo, sendo composta por 07 unidades hidrográficas as quais drenam para a Baía de Paranaguá e, juntamente com a Baía de Antonina e Laranjeiras, formam o Complexo Estuarino de Paranaguá.	476,84	7,93
Ilhas Oceânicas e Estuarinas:	Unidade Territorial composta por 07 unidades hidrográficas, abrangendo as porções de Ilha (Inclusive as grandes Ilhas de Superagui, Peças e Mel) e também as áreas de praia em que há influência marinha na dinâmica sedimentar.	505,93	8,41
TOTAL		6.015,15	100%

Figura 1: Unidades Territoriais e Hidrográficas do Litoral do Paraná



Assim, visando alcançar os objetivos propostos, o presente trabalho dividiu-se em três etapas principais, quais sejam:

1. Levantamento de bases cartográficas e hierarquização dos Atributos Geopedológicos;
2. Confecção da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos;
3. Identificação de áreas-fonte e Estimativa da produção de sedimentos;

Levantamento de bases cartográficas e hierarquização dos atributos Geopedológicos

Tendo em vista a extensão da área de estudo, os dados de pedologia, relevo e geologia foram obtidos a partir de diferentes fontes, sendo integrados a partir de ferramentas de geoprocessamento, seguindo o preconizado por Paz, Dal Pai e Paula (2020), no que tange a qualidade topológica dos dados.

Após a organização das bases cartográficas relativas aos atributos geopedológicos partiu-se para a hierarquização dos mesmos, com valores variando de 1,0 (Muito Baixa) a 3,0 (Muita Alta), de acordo com o proposto por Crepani et al. (2001).

Pedologia

A análise pedológica é um dos principais fatores a se considerar para o entendimento dos processos erosivos (Guerra e Botelho, 1996). Assim, no que se refere à ponderação das unidades pedológicas, a mesma foi feita partindo-se da predisposição natural à produção sedimentológica, seguindo a proposta feita por Crepani et al. (2001) e Paula (2010), sendo consideradas características físicas do mesmo, tais como textura, profundidade, estrutura, etc.

De modo geral, Gleissolos Háplicos, Melânicos e Tiomórficos e Cambissolos Flúvicos, tiveram os menores valores associados (De 1,0 a 1,5), tendo em vista que se encontram em áreas de deposição, ao passo que o Latossolo Vermelho-Amarelo possui boa drenagem em todo o seu perfil, o que também justifica sua baixa suscetibilidade. Ademais, Organossolos Fólicos e Afloramentos Rochosos possuem volumes desprezíveis de material sedimentar, justificando também o seu baixo valor atribuído.

No que tange ponderação intermediária (1,5 a 2,3), tem-se Cambissolos Háplicos, Hísticos e Húmicos, solos esses que apresentam em sua constituição material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (EMBRAPA, 2006),

sendo que a erosão é facilitada dada a estrutura do mesmo. Encontram-se também nessa classe os Neossolos Litólicos, os quais apresentam pouca profundidade, marcados pelo baixo nível de desenvolvimento devido às características do relevo em que inserem, geralmente, em áreas com declividades acentuadas e que limitam sua pedogênese. Denota-se também na classe intermediária a presença dos Espodossolos Humilúvicos, os quais se encontram em áreas de planície com baixa energia, mas possuem textura altamente arenosa e alta percolação de água no horizonte A, contudo, a partir do horizonte espódico ocorre impedimento de drenagem ocasionando a formação de *pipes* e desagregação do material em eventos pluviométricos intensos e que combinada a perda de cobertura vegetal favorece a erosão.

Por fim, maiores valores de ponderação foram atribuídos aos Argissolos, dado o seu forte gradiente textural encontrado na transição do horizonte A para o Bt, que favorece o aparecimento de *pipes* e posterior desagregação do material. Além disso, nessa classe encontram-se os Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos, os quais possuem constituintes moderadamente desagregados e disponíveis para transporte de forma facilitada.

Relevo – Declividade e Forma de Vertente

Os dados de relevo, notadamente declividade e forma de vertente, foram gerados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), com a resolução de pixel de 10 metros, sendo esse valor decorrente da aplicação das equações propostas por Hengl (2006).

No que tange a declividade, a mesma pode ser compreendida, conforme Guerra e Guerra (2008), como a inclinação do relevo em relação ao horizonte, medida pela inclinação da reta que se une com o plano horizontal. Assim, a declividade na área de estudo foi discretizada em cinco classes, conforme as proposições de De Biase (1992). A ponderação seguiu as proposições de Crepani (2001), sendo que o mesmo afirma que as maiores declividades possuem relação direta com a velocidade em que a energia potencial se transformará em cinética favorecendo o transporte do material sedimentar.

No que se refere a forma das vertentes, o presente trabalho fez uso da separação em 04 categorias: Côncava, Convexa, Retilínea e Planície, seguindo a ponderação proposta por Paula (2010). Entende-se que o formato côncavo das vertentes promove a convergência do fluxo hídrico, favorecendo a fragmentação das partículas do solo e favorecendo o seu transporte (Silva, Schulz e Camargo, 2007) ao passo que a convexa o diverge, diminuindo a intensidade dos processos erosivos. Nas porções retilíneas da vertente, a declividade não sofre significativa alteração, promovendo um escoamento laminar, regular e não concentrado do fluxo hídrico, ao

passo que as porções de planície a declividade praticamente nula favorecem a estagnação dos fluxos, ocasionando baixa capacidade de transporte sedimentar.

Geologia

As unidades geológicas presentes na região são compostas, de forma resumida, por dois compartimentos geológicos principais: Planície Litorânea e Fluvial (Sedimentos Cenozoicos) e o Escudo Cristalino (Santos, Paula e Soares, 2015).

No que se refere a hierarquização das classes, a mesma se realizou através dos trabalhos de Crepani (2001) e Paula (2010), os quais afirmam que o grau de coesão dos materiais constituintes permite a avaliação da prevalência de morfogênese ou pedogênese em dada litologia, indicando assim, de forma conjunta, o grau de formação dos solos derivados. Ademais, ressaltam também que quanto mais porosa ou fraturada a rocha, mais a água pode atacar seus constituintes e mais rapidamente também são disponibilizados os produtos do intemperismo. Diante disso, considera-se que 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 transporte (Paula, 2010), o que justifica os valores atribuídos a unidade geológica.

Confecção da Carta de Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos

Para a geração da carta de suscetibilidade geopedológica, os atributos geopedológicos anteriormente ponderados foram combinados através da equação proposta por Paula (2010), acrescentando-se a média ponderada dos elementos no que se refere a disponibilização de sedimentos (Equação 1).

Assim, pedologia e relevo obtiveram peso respectivo de 45% cada, ao passo que a geologia recebeu o peso relativo de 10%. Optou-se por tal decisão tendo em vista que ao se ponderar os tipos de solo, se considera a porosidade, textura e estrutura dos mesmos, o que reflete diretamente as condições oriundas do material de origem (Guerra, 1996).

Equação 1: Média ponderada dos atributos do meio físico (Adaptado de Paula, 2010).

$$SG = (Geologia * 10\%) + (Pedologia * 45\%) + ((Declividade + Forma de Vertente) / 2) * 45\%$$

Após a geração dos dados, os mesmos foram agrupados em 05 classes no que se refere a suscetibilidade geopedológica (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), variando de muito baixa a muito alta.

Quadro 2: Intervalos utilizados para discretização da Suscetibilidade Geopedológica.

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

Por fim incluiu-se a variável de precipitação aos valores gerados, tendo como base o trabalho Goudard e Paula (2016). Assim, os locais que possuem precipitação acima de 2.800mm/ano foram incluídos na classe de suscetibilidade imediatamente acima, tendo em vista que a alta precipitação favorece a desagregação dos constituintes do solo, interferindo no escoamento superficial e na capacidade de transporte sedimentar (Queiroz, Cruz e Rodrigues, 2012).

Identificação de áreas-fonte e Estimativa da produção de sedimentos

Após a geração da carta de suscetibilidade geopedológica, a mesma foi integrada ao mapeamento de uso e cobertura da terra disponível para a área de estudo, visando a estimativa à produção de sedimentos. Assim, uma matriz de correlação entre os dados de suscetibilidade e uso da terra foi gerada (

Quadro 3) ponderando-se o uso da terra de acordo com o grau de proteção que a mesma confere ao solo de acordo com os trabalhos de Roderjan et al. (2002), Paula (2010) e Brites et al. (2015).

Quadro 3: Matriz de correlação entre Suscetibilidade Geopedológica e Uso da Terra

Cobertura Vegetal e Uso da Terra (Litoral Paraná)	Classes de Suscetibilidade Geopedológica				
	Muito Baixa (1)	Baixa (2)	Moderada (3)	Alta (4)	Muito Alta (5)
Corpos d'água					
Floresta em estágio médio ou avançado					
Linha de Praia					
Floresta Altomontana					

Formações pioneiras arbóreas (Manguezal)					
Várzea					
Área construída ou urbanizada					
Reflorestamento					
Formações pioneiras herbacea-arbustiva (Restinga)					
Campo Altomontano					
Reflorestamento					
Arroz irrigado					
Campo e pastagem					
Agricultura					
Solo exposto ou mineração					
Estradas Não Pavimentadas					

De forma subsequente à geração da matriz, derivada do cruzamento matricial, as classes obtidas tiveram seus valores associados às suas respectivas taxas de produção de sedimentos (Tabela 1), tomando como referência os valores adotados nos trabalhos de Campagnoli (2005, 2006), que utilizou os dados sedimentométricos apresentados por Filizola Jr. (1999), Carvalho et al. (2000) e Lima et al. (2004).

Tabela 1: Valores de referência utilizados para estimativa da produção de sedimentos

Classe de Produção de Sedimentos	Taxa de Produção de Sedimentos (t.km ² .a ⁻¹)	Valores de referência para a estimativa (t.km ² .a ⁻¹)
I – Muito Baixa	< 5	5
II – Baixa	5 – 70	35
III – Moderada	70 – 200	135
IV – Alta	200 – 400	300
V – Muito Alta	> 400	450

Os valores de referência foram implementados na equação 2, visando a estimativa da produção de sedimentos. Sendo que Ac é a área de cada classe e os algarismos romanos indicam qual classe está sendo trabalhada.

Equação 2: Estimativa da Produção de Sedimentos (Fonte: Paula, 2010).

$$PS=AcI*5+AcII*35+AcIII*135+AcIV*300+AcV*450$$

Os valores encontrados referem-se à estimativa total da produção de sedimentos para a área de interesse. Ademais, o valor resultante da equação foi dividido pela área total de estudo e área das bacias a fim de se inferir a estimativa da produção média por quilômetro quadrado,

além da criação de 05 Unidades Territoriais visando a individualização do território e melhor organização e discussão dos dados gerados.

Resultados e Discussão

Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos

A análise da suscetibilidade geopedológica para a área de estudo, de modo geral, indica a predominância da classe moderada e alta, com os menores valores sendo compostos pelos extremos, sendo as classes “muito baixa” e “muito alta” de suscetibilidade (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de suscetibilidade geopedológica para a área de estudo (Km² e %)

Suscetibilidade Geopedológica	Km ²	%
Muito Baixa	356,67	5,93
Baixa	1426,20	23,71
Moderada	1590,02	26,43
Alta	2060,03	34,25
Muito Alta	582,24	9,68
TOTAL	6015,16	100%

No que tange os valores encontrados para cada unidade hidrográfica, encontram-se discretizados na Tabela 3, ao passo que podem ser graficamente visualizados na Figura 2.

Tabela 3: Suscetibilidade Geopedológica relativa as Unidades Hidrográficas do Litoral do Paraná

	ID	Unidade Hidrográfica	Área (Km ²)	Suscetibilidade Geopedológica (%)				
				M. Baixa	Baixa	Moderada	Alta	M. Alta
Unidade Territorial Baía das Laranjeiras	4	Unidade Hidrográfica do Rio dos Patos	89,84	1,39	28,29	49,63	10,48	10,22
	5	Unidade Hidrográfica do Rio Taquara	75,61	0,83	32,04	46,60	13,14	7,39
	6	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Guaraqueçaba	166,46	3,95	12,48	49,06	23,22	11,29
	7	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Guaraqueçaba	107,45	11,29	21,83	44,22	15,32	7,35
	8	Unidade Hidrográfica Enseada do Benito	121,98	4,97	36,12	36,67	17,34	4,90
	9	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Serra Negra	138,82	0,66	1,91	45,55	33,49	18,39
	10	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Serra Negra	68,39	4,69	28,91	43,07	11,96	11,37
	11	Bacia Hidrográfica do Rio Pederneiras	123,01	0,04	0,25	31,40	50,11	18,20
	12	Bacia Hidrográfica do Rio Açungui	152,69	0,04	0,40	28,44	51,97	19,15
	13	Bacia Hidrográfica do Rio Tagaçaba	78,39	0,59	16,20	30,95	42,23	10,03
	14	Bacia Hidrográfica do Rio Tagaçaba de Cima	102,03	0,01	2,09	24,98	60,15	12,76
	15	Bacia Hidrográfica do Rio Potinga	108,29	2,80	2,02	38,99	41,12	15,07
	21	Bacia Hidrográfica do Rio Pacotuva	92,11	0,76	9,78	62,05	15,07	12,34
	22	Unidade Hidrográfica Baía Laranjeiras	91,93	4,26	39,69	28,90	19,47	7,68
	TOTAL	1517,02	2,57	14,75	39,83	30,46	12,39	

U.T Baía de Antonina	16	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	112,60	0,04	0,51	30,54	50,55	18,37
	17	Bacia Hidrográfica do Médio Rio Cachoeira	92,86	3,28	10,97	32,03	43,92	9,80
	18	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	109,59	18,44	22,35	29,46	24,38	5,37
	19	Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	112,53	3,92	17,39	39,97	33,30	5,42
	20	Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	103,17	11,95	12,66	44,83	25,21	5,35
	23	Unidade Hidrográfica Baía de Antonina 3	119,18	13,70	18,16	41,62	23,43	3,09
	24	Unidade Hidrográfica Baía de Antonina 2	95,38	19,79	17,18	28,73	25,46	8,84
	25	Unidade Hidrográfica Baía de Antonina 1	34,35	20,90	37,96	19,03	17,90	4,22
	26	Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	106,15	9,74	9,11	21,53	46,80	12,81
	27	Bacia Hidrográfica do Rio São João	71,46	0,00	2,75	17,58	64,03	15,64
	28	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	140,88	1,00	10,46	14,36	58,37	15,82
	29	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	115,24	14,80	17,21	30,21	27,65	10,13
	30	Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	102,76	0,65	8,50	11,73	63,65	15,47
	31	Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	87,58	4,05	14,36	12,51	54,79	14,28
	32	Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	134,98	4,37	12,14	25,74	45,01	12,75
34	Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí	40,41	6,11	19,19	32,06	35,52	7,13	
TOTAL			1579,11	7,84	13,34	27,38	40,80	10,64
Unidade Territorial Baía de Guaratuba	44	Unidade Hidrográfica Baía Norte de Guaratuba	102,86	37,02	18,91	30,13	12,24	1,69
	45	Unidade Hidrográfica do Rio Cubatãozinho 1	172,88	2,04	32,60	30,32	28,68	6,35
	46	Unidade Hidrográfica do Rio Cubatãozinho 2	131,81	1,23	6,10	34,02	49,85	8,80
	47	Unidade Hidrográfica do Rio Canavieiras	121,22	0,00	1,28	30,19	55,11	13,42
	48	Unidade Hidrográfica do Rio Arraial 1	146,52	0,00	2,32	13,36	70,45	13,87
	49	Unidade Hidrográfica do Rio Arraial 2	161,41	0,00	0,59	14,81	69,94	14,66
	50	Unidade Hidrográfica do Rio São João 2	146,90	0,00	7,77	17,96	53,01	21,25
	51	Unidade Hidrográfica do Rio Voçoroca	78,68	0,00	3,19	12,11	61,58	23,13
	52	Unidade Hidrográfica do Rio São João 1	121,74	0,00	2,39	18,45	64,94	14,22
	53	Unidade Hidrográfica do Rio São João 3	78,85	0,00	7,69	18,73	59,39	14,19
	54	Unidade Hidrográfica do Rio São João 4	181,83	0,00	6,25	33,98	47,39	12,38
	55	Unidade Hidrográfica do Rio Cubatão	194,60	10,10	23,51	23,22	36,02	7,15
	56	Unidade Hidrográfica do Rio Descoberto	65,68	52,63	12,88	18,72	11,19	4,58
	57	Unidade Hidrográfica do Rio São João 5	143,33	15,50	19,35	33,15	23,71	8,29
58	Unidade Hidrográfica Baía Sul de Guaratuba	87,93	25,40	65,55	3,64	4,69	0,71	
TOTAL			1936,25	7,33	13,61	23,32	44,66	11,07
Unidade Territorial Baía de Paranaguá	35	Bacia Hidrográfica do Rio Ribeirão	87,84	5,65	39,21	21,17	29,02	4,95
	36	Unidade Hidrográfica do Rio Emboguaçu	30,68	0,24	81,02	12,80	4,87	1,07
	37	Unidade Hidrográfica do Rio Itiberê	59,50	2,04	95,69	0,53	1,74	0,00
	38	Bacia Hidrográfica do Rio do Salto	108,76	3,05	51,99	21,16	20,76	3,04
	39	Bacia Hidrográfica do Alto Guaraguaçu	81,60	3,49	54,04	23,11	17,48	1,89
	40	Bacia Hidrográfica do Baixo Guaraguaçu	77,30	0,00	99,24	0,55	0,22	0,00
	41	Unidade Hidrográfica do Rio Maciel	31,16	1,04	97,78	0,54	0,64	0,00
	TOTAL			476,84	2,67	67,96	13,69	13,68
Unidade Territorial	1	Unidade Hidrográfica do Superagui	158,43	2,69	82,19	7,39	6,73	1,01
	2	Unidade Hidrográfica da Ilha das Peças	108,01	22,35	74,40	1,09	2,16	0,00
	3	Ilhas de Guaraqueçaba	31,87	0,82	78,89	3,54	16,45	0,30
	33	Ilhas de Antonina e Paranaguá	33,32	22,30	63,38	6,23	6,94	1,15

42	Unidade Hidrográfica Oceânica	143,32	0,11	87,03	11,15	1,68	0,04
43	Unidade Hidrográfica da Ilha do Mel	28,48	2,59	78,94	15,33	2,75	0,38
59	Ilhas de Guaratuba	2,49	86,11	3,31	10,57	0,00	0,00
TOTAL		505,93	7,73	79,88	7,25	4,69	0,44
TOTAL GERAL		6015,16	5,93	23,71	26,43	34,25	9,68

No que concerne a unidade de Ilhas Oceânicas e Estuarinas, há o predomínio da classe “baixa” de suscetibilidade. Acredita-se que as baixas declividades, aliado a predominância de planícies, sejam as responsáveis pelo resultado, tendo em vista que a energia nesses ambientes não favorece a dinâmica sedimentar acelerada, mesmo que tais áreas sejam recobertas, em sua maioria, por sedimentos recentes e solos moderadamente desenvolvidos, tais como Cambissolos e Espodossolos. Ademais, as áreas com suscetibilidade um pouco maior se referem a pequenos morrotes presentes, em que a declividade favorece tal resultado.

Do mesmo modo, a U.T. Paranaguá possui predominância da classe “baixa” de suscetibilidade geopedológica, tendo em vista que abriga extensas planícies, nas quais se desenvolveu a cidade de Paranaguá. Contudo, tal Unidade Territorial abriga uma pequena porção de serra, sendo que a presença de altas declividades, juntamente com Cambissolos e Associação de Cambissolos com Neossolos Litólicos geram porções com suscetibilidade variando de moderada a alta.

A U.T Baía das Laranjeiras possui, principalmente, suscetibilidade moderada e alta à produção de sedimentos, sendo que as duas classes estão presentes em 70% do território, quando somadas. Tal porção do território é marcada, predominantemente, por serras, com pequenas planícies aluviais emergindo das porções onduladas. Destaca-se a amplitude altimétrica, sendo que menos de 20 km (linha reta) separam as áreas de Baía (~ 1 metro) das altas da Serra (~1.100 metros). Deste modo, encontram-se altas declividades, associadas a presença de Cambissolos Háplicos e Flúvicos e sua baixa coesão, promovendo uma maior suscetibilidade geopedológica.

Por fim, tem-se a U.T da Baía de Antonina e Baía de Guaratuba, as quais possuem valores percentuais muito semelhantes, destacando-se a suscetibilidade alta a produção de sedimentos. Nessa região encontram-se as maiores altitudes nas porções de serra da área de estudo (~1.800 metros na U.T da Baía de Antonina), com predominância de Cambissolos Háplicos, Flúvicos e associações, além de fortes declividades. Do mesmo modo que na U.T da Baía das Laranjeiras, a amplitude altimétrica é relevante na U.T da Baía de Antonina, ao passo que em uma distância menor de 16 km há a baía de Antonina (nível do mar) e as maiores

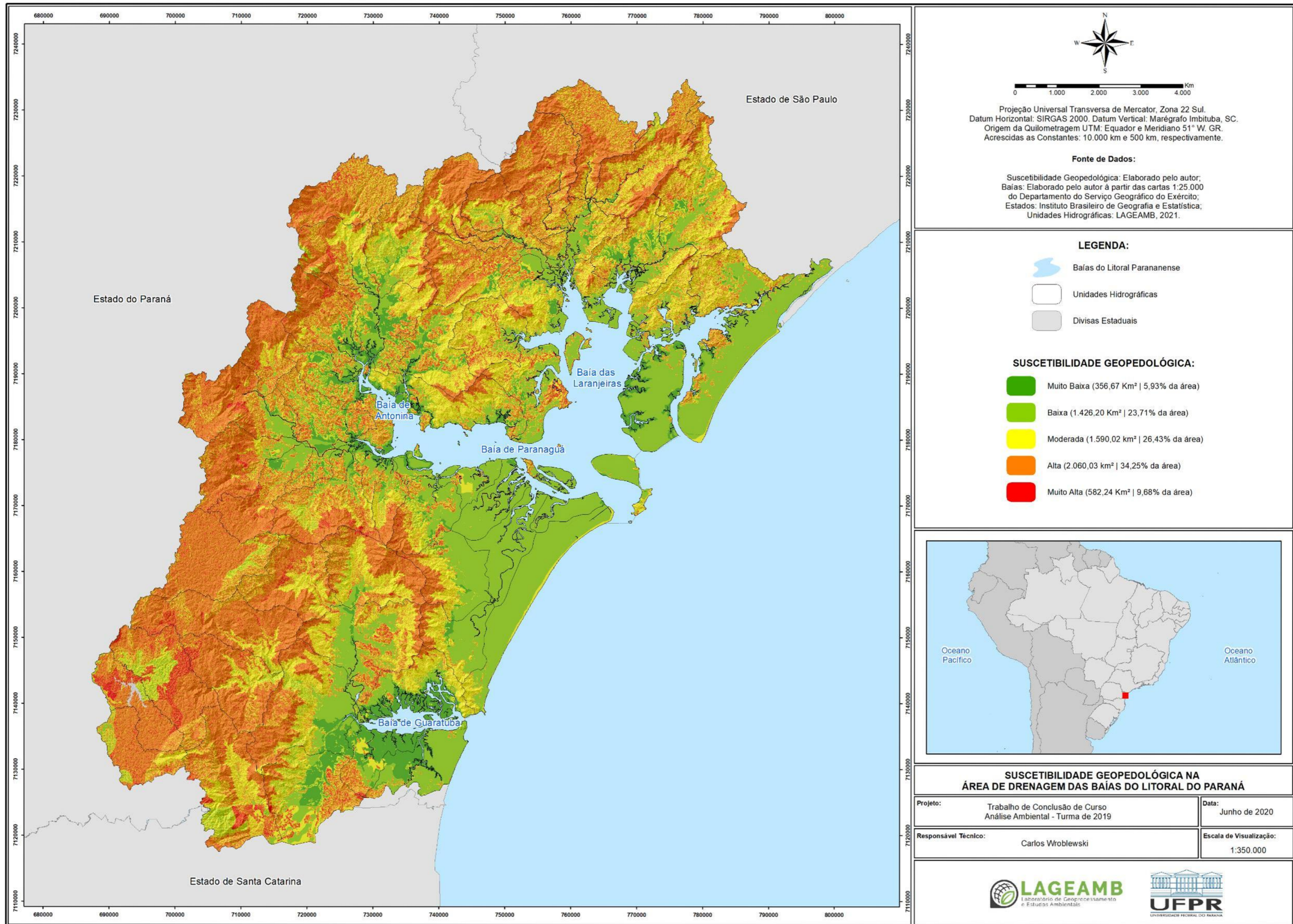
altitudes encontradas na área de estudo (~1.700 a 1.800 metros). Além disso, os maiores valores de precipitação são encontrados nessa região, com acumulados anuais superando facilmente os 2.800 mm a partir de altitudes médias de 300 metros e chegando a 3.800 mm nas áreas altas da serra. Logo, tais fatores favorecem sobremaneira a propensão natural à produção de sedimentos dessas Unidades Territoriais.

Portanto, conclui-se que a suscetibilidade geopedológica na área de estudo pode ser resumida em duas classes distintas:

1. Suscetibilidade moderada a alta nas porções de serra;
2. Suscetibilidade baixa na região de planície;

Assim, a forma de ocupação da terra e a intensidade do uso antrópico são a chave para o entendimento da dinâmica sedimentar tendo em vista a fragilidade do território do ponto de vista geopedológico.

Figura 2: Suscetibilidade Geopedológica na área de drenagem das baías do Litoral do Paraná



Estimativa da Produção de Sedimentos

Tendo em vista o mapeamento da suscetibilidade geopedológica, foi possível a integração com o mapeamento de uso e cobertura da terra, visando a identificação das áreas-fonte de sedimentos, além da estimativa do mesmo.

Assim, a estimativa da produção de sedimentos para a área de estudo foi de 227.653 toneladas por ano, com um valor médio por km² de 37,85 toneladas. A Tabela 4 concentra os valores encontrados em cada Unidade Hidrográfica, ao passo que a Figura 3 demonstra graficamente a distribuição espacial das áreas-fonte de sedimentos.

Tabela 4: Estimativa da Produção de Sedimentos nas Unidades Hidrográficas do Litoral do Paraná

	ID	Unidade Hidrográfica	Área	Estimativa da Produção Anual (t.a ⁻¹)	Estimativa da Produção Anual (t.km ² .a ⁻¹)
Unidade Territorial Baía das Laranjeiras	4	Unidade Hidrográfica do Rio dos Patos	89,84	1612,84	17,95
	5	Unidade Hidrográfica do Rio Taquara	75,61	1552,89	20,54
	6	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Guaraqueçaba	166,46	4374,86	26,28
	7	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Guaraqueçaba	107,45	3667,52	34,13
	8	Unidade Hidrográfica Enseada do Benito	121,98	2424,69	19,88
	9	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Serra Negra	138,82	3670,90	26,44
	10	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Serra Negra	68,39	3261,62	47,69
	11	Bacia Hidrográfica do Rio Pederneiras	123,01	3634,50	29,55
	12	Bacia Hidrográfica do Rio Açungui	152,69	4628,02	30,31
	13	Bacia Hidrográfica do Rio Tagaçaba	78,39	2652,16	33,83
	14	Bacia Hidrográfica do Rio Tagaçaba de Cima	102,03	4093,56	40,12
	15	Bacia Hidrográfica do Rio Potinga	108,29	6470,20	59,75
	21	Bacia Hidrográfica do Rio Pacotuva	92,11	2684,90	29,15
	22	Unidade Hidrográfica Baía Laranjeiras	91,93	2578,98	28,05
		TOTAL	1517,02	47307,63	31,18
Unidade Territorial Baía de Antonina	16	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Cachoeira	112,60	4799,56	42,63
	17	Bacia Hidrográfica do Médio Rio Cachoeira	92,86	4325,37	46,58
	18	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Cachoeira	109,59	4676,55	42,67
	19	Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno	112,53	4273,70	37,98
	20	Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	103,17	4331,17	41,98
	23	Unidade Hidrográfica Baía de Antonina 3	119,18	2449,62	20,55
	24	Unidade Hidrográfica Baía de Antonina 2	95,38	2360,67	24,75
	25	Unidade Hidrográfica Baía de Antonina 1	34,35	1561,24	45,46
	26	Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	106,15	4186,69	39,44
	27	Bacia Hidrográfica do Rio São João	71,46	2598,88	36,37
	28	Bacia Hidrográfica do Alto Rio Nhundiaquara	140,88	7200,57	51,11
	29	Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Nhundiaquara	115,24	6070,47	52,68
	30	Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi	102,76	5558,87	54,10
	31	Bacia Hidrográfica do Rio do Pinto	87,58	4282,01	48,89
32	Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	134,98	8072,29	59,80	
34	Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí	40,41	1770,74	43,82	
		TOTAL	1579,11	68518,41	43,39

Unidade Territorial Baía de Guaratuba	44	Unidade Hidrográfica Baía Norte de Guaratuba	102,87	1194,41	11,61
	45	Unidade Hidrográfica do Rio Cubatãozinho 1	172,88	5191,40	30,03
	46	Unidade Hidrográfica do Rio Cubatãozinho 2	131,81	3742,90	28,40
	47	Unidade Hidrográfica do Rio Canavieiras	121,22	3414,08	28,17
	48	Unidade Hidrográfica do Rio Arraial 1	146,52	9304,73	63,50
	49	Unidade Hidrográfica do Rio Arraial 2	161,41	5438,94	33,70
	50	Unidade Hidrográfica do Rio São João 2	146,90	7664,01	52,17
	51	Unidade Hidrográfica do Rio Voçoroca	78,68	7252,19	92,18
	52	Unidade Hidrográfica do Rio São João 1	121,74	5028,81	41,31
	53	Unidade Hidrográfica do Rio São João 3	78,85	8923,90	113,17
	54	Unidade Hidrográfica do Rio São João 4	181,83	11990,17	65,94
	55	Unidade Hidrográfica do Rio Cubatão	194,60	11110,10	57,09
	56	Unidade Hidrográfica do Rio Descoberto	65,68	2118,98	32,26
	57	Unidade Hidrográfica do Rio São João 5	143,33	12155,76	84,81
58	Unidade Hidrográfica Baía Sul de Guaratuba	87,93	1242,18	14,13	
TOTAL			1936,26	95772,58	49,46
U. T. Baía de Paranaguá	35	Bacia Hidrográfica do Rio Ribeirão	87,84	3342,38	38,05
	36	Unidade Hidrográfica do Rio Emboguaçu	30,68	439,96	14,34
	37	Unidade Hidrográfica do Rio Itiberê	59,50	490,38	8,24
	38	Bacia Hidrográfica do Rio do Salto	108,76	3522,55	32,39
	39	Bacia Hidrográfica do Alto Guaraguaçu	81,60	1275,95	15,64
	40	Bacia Hidrográfica do Baixo Guaraguaçu	77,30	601,52	7,78
	41	Unidade Hidrográfica do Rio Maciel	31,16	258,13	8,28
	TOTAL			476,84	9930,86
U.T Ilhas Oceânicas e Estuarinas	1	Unidade Hidrográfica do Superagui	158,43	2376,18	15,00
	2	Unidade Hidrográfica da Ilha das Peças	108,01	855,98	7,93
	3	Ilhas de Guaraqueçaba	31,87	536,21	16,82
	33	Ilhas de Antonina e Paranaguá	33,32	526,03	15,79
	42	Unidade Hidrográfica Oceânica	143,32	1393,59	9,72
	43	Unidade Hidrográfica da Ilha do Mel	28,48	417,96	14,67
	59	Ilhas de Guaratuba	2,49	17,88	7,17
TOTAL			505,93	6123,84	12,10
TOTAL GERAL			6.015,16	227.653,32	37,85

Assim, a menor produção de sedimentos por km² foi encontrada nas U.T de Ilhas Oceânicas e Estuarinas e na U.T Baía de Paranaguá. Na U.T da Baía de Paranaguá, o dado encontrado reflete a baixa suscetibilidade natural encontrada nessas áreas, aliado ao fato de a maior parte da área ser recoberta por vegetação em estágio médio de sucessão. As porções com maior produção de sedimentos se referem a áreas agricultáveis próximas ao sopé das serras (UHs do Rio Ribeirão e Rio do Salto), ao passo que as serras propriamente ditas (com alta suscetibilidade natural) tiveram baixos valores de produção sedimentar, tendo em vista o grau de proteção que a vegetação promove.

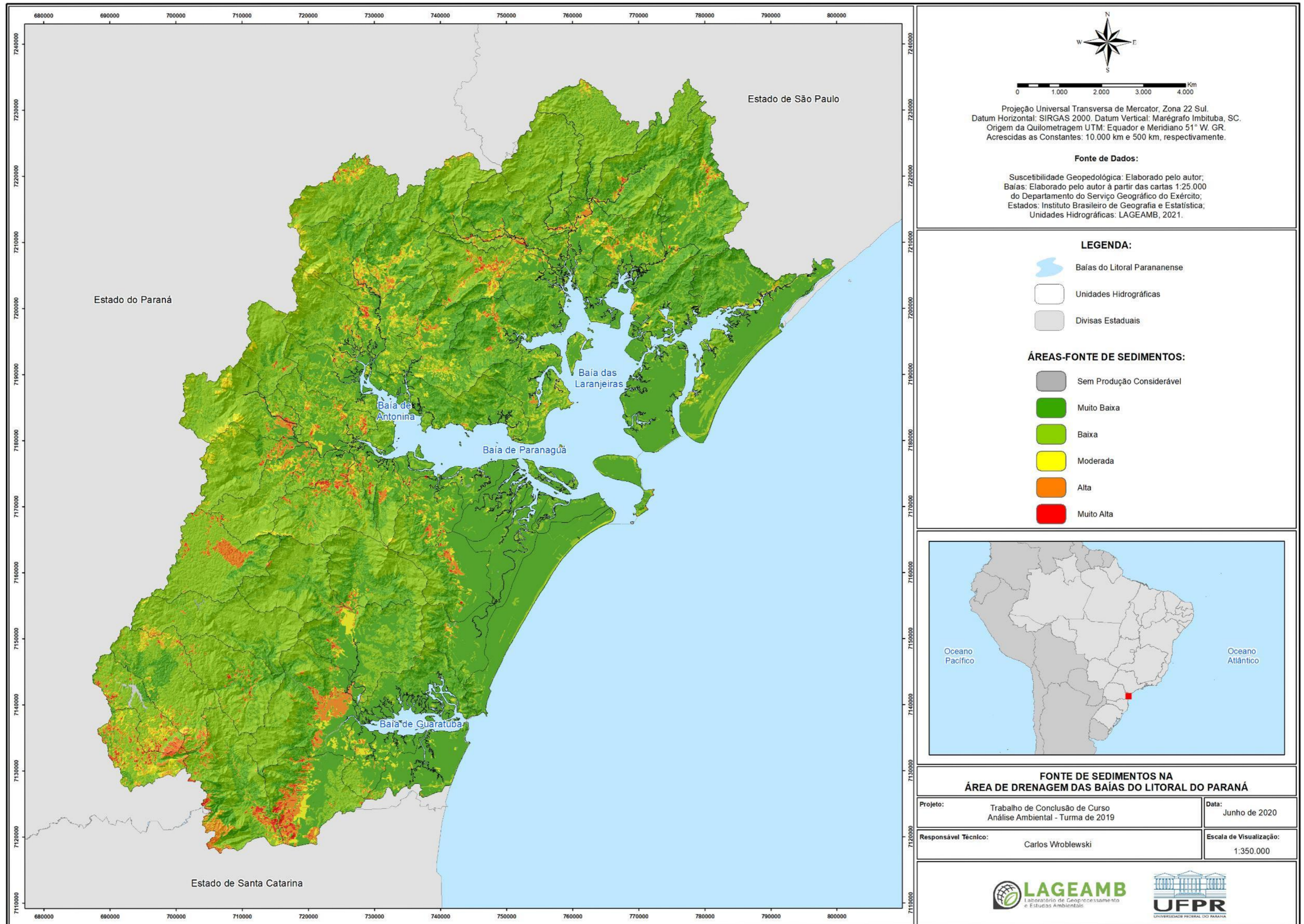
As Ilhas Oceânicas e Estuarinas, em sua maioria, tiveram valores baixos de produção de sedimentos, refletindo a sua baixa suscetibilidade natural, a pequena antropização e presença de vegetação recobrando o solo.

No que concerne a U.T da Baía das Laranjeiras, as maiores áreas de produção sedimentar ocorrem ao longo PR-405 e estradas vicinais, tendo em vista que favorecem a ocupação e produção agrícola, além de não possuírem pavimentação, influenciando na maior produção sedimentar, conforme destaca Corrêa e Dedecek (2009). Destaca-se a U.H do Rio Potinga, em que a produção por km² é de aproximadamente 60 toneladas/ano, possuindo grandes extensões de pastagens e áreas sem vegetação.

A U.T Baía de Antonina abrange as maiores áreas agricultáveis da região, refletindo na sua produção sedimentar que é, em média, de 43 toneladas por km². Contudo, dada a extensão da ocupação e uso antrópico de tal porção do território, a produção sedimentar é ainda mais expressiva em alguns locais, especialmente nas unidades hidrográficas do Rio Sagrado (~60 t.km².a⁻¹) e do Rio Marumbi e Nhundiaquara (> 50 t.km².a⁻¹), locais em que há diversas chácaras e áreas de agricultura, especialmente por estarem localizadas em locais de fácil acesso pela BR-277 e próximas as cidades de Morretes e Paranaguá. Destaca-se que a maior parte das áreas agricultáveis da Unidade Territorial em análise se localiza nas planícies aluviais, locais com baixa energia para o transporte dos sedimentos, apesar de estarem sobrepostas a Cambissolos Flúvicos e Sedimentos Recentes inconsolidados, logo, a produção poderia ser ainda maior, caso as áreas tenham expansão para porções de Serra, ou o uso da terra se intensifique.

Por fim, a U.T Baía de Guaratuba foi a que apresentou o maior valor de produção de sedimentos anual por km², com um valor médio de aproximadamente 49 toneladas. Nesse contexto destacam-se as Unidades Hidrográficas do Rio São João, especialmente a 3 e 5, com produção por km² respectiva de 113 t.km².a⁻¹ e 84 t.km².a⁻¹. De modo geral, as principais áreas-fonte se localizam próximos a cidade de Garuva (Santa Catarina), local com intensa produção agrícola se desenvolvendo nas planícies sobre áreas de Cambissolos Flúvicos, sendo esses marcados pela moderada suscetibilidade e que favorece o transporte de partículas. Em locais com declividade moderada há produção de bananas, sendo que as mesmas se desenvolvem sobre Argissolos, solos que apresentam gradiente textural na transição do horizonte A para o Bt, favorecendo o aparecimento de *pipes* e posterior desagregação e transporte do material.

Figura 3: Distribuição espacial das áreas-fonte de sedimentos



Considerações Finais

Ao se comparar os resultados do presente trabalho com outros desenvolvidos na região, percebe-se que há uma convergência de valores encontrados. Contudo, tais trabalhos possuem área de estudo consideravelmente menor, pois abrangem, respectivamente, a U.T Antonina (Paula, 2010) e as U.T Laranjeiras, Antonina e Paranaguá (Paula *et. al.*, 2018). Assim, a porção do território que drena para a U.T da Baía de Guaratuba não pôde ser validada com outros trabalhos. Porém, tendo em vista que há convergência de valores com as outras áreas, acredita-se que a modelagem tenha respondido de forma satisfatória a todas as porções do território, especialmente se tratando de uma modelagem exploratória, dada a ausência de estações hidrossedimentológicas com série histórica considerável para a área de estudo.

Portanto, é possível que os resultados demonstrados sirvam de subsídio a elaboração de Planos de Bacia ou Programas de Recuperação de Áreas Degradadas nas bacias com alta produção sedimentar por km², tais como U.H do Rio Potinga, Nhundiaquara, Rio do Salto, Rio São João, Rio Sagrado, Marumbi e demais, além de servir como base de diagnóstico territorial para programas de Pagamento por Serviços Ambientais, com foco em sedimento evitado e manutenção da qualidade de água para abastecimento público. Além disso, importante ressaltar que o Plano de Bacia Litorânea do Estado do Paraná traz a indicação de áreas relativas à captação de água em mananciais superficiais do litoral, sendo que duas importantes áreas (próximas a Paranaguá/PR, Morretes/PR e Garuva/SC) se localizam próximas ou em áreas com alta produção de sedimentos, logo, o presente trabalho tem potencial de contribuir na gestão de tais áreas, visando a provisão dos serviços ecossistêmicos locais.

Assim sendo, considera-se que o presente trabalho atingiu os objetivos propostos, indicando as áreas com alta suscetibilidade geopedológica e a sua relação com as áreas-fonte de sedimentos, bem como a estimativa da produção sedimentar para toda a porção litorânea do Estado do Paraná.

Referências Bibliográficas

BAKKER, M. M.; GOVERS, G.; DOORN, A.; QUETIER, F.; CHOUVARDAS, D.; ROUNSEVELL, M.; The response of soil erosion and sediment export to land-use change in four areas of Europe: The importance of landscape pattern. *Geomorphology*, v. 98, 2008, 213-216. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X07002292>>. Acesso em: 20 mai 2021.

BRAUMAN, K.; MEULEN, S.; BRILIS, J. (2014). *Ecosystem Services and River Basin Management*. DOI: 10.1007/978-3-642-38598-8-10. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305456226_Ecosystem_Services_and_River_Basin_Management>. Acesso em 23 mai 2021.

BRITEZ, R. M., PRESTES, M., MACHADO, M. A.; Mapeamento da Vegetação no Litoral do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 8. Curitiba, 2015. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 2015.

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

CAMPAGNOLI, F. The production of the sediment of the South American: purpose 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.

CARNEIRO, J. C.; Dinâmica Sedimentar das Baías de Antonina e Paranaguá (Paraná, Brasil) com base nas tendências de transporte de sedimentos. Pontal do Paraná, 2013. 91 f. Tese (Doutorado Sistemas Costeiros e Oceânicos). Universidade Federal do Paraná. Disponível em <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/34592>>. Acesso em: 24 mai 2021.

CARVALHO, N. O., FILIZOLA, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. Guia de avaliação do assoreamento de reservatórios. 1 Ed. Brasília: Dupligráfica Editora Ltda. 2000, v.1. 140p.

CORREIA, C. M. C.; DEDECEK, R. A. Erosão real e estimada através da RUSLE em estradas de uso florestais, em condições de relevo plano a suave ondulado. *Revista Floresta*. Curitiba, v.39, n.2. 2009. p.381-391.

COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANI, M. R. Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no parque estadual turístico do Alto Ribeira - Petar, São Paulo, Brasil. *Química Nova*, v. 29, n. 1, p. 40-45, 2006.

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.

CURCIO, G. R.; UHLMANN, A.; SAVEGNANI, L. A Geopedologia e sua influência sobre Espécies Arbóreas de Florestas Fluviais. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.

DE BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. São Paulo, 1992.

FILIZOLA, N. O fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia Brasileira. 1 Ed. Brasília: ANEEL, 1999. v.1. 63p.

GOUDARD, G.; PAULA, E. V. O clima do litoral paranaense: variabilidades, mudanças climáticas, tendências e desafios. In: BOLDRINI, E. B.; PAES, L. S. O. P.; PINHEIRO, F. (Orgs). Clima: Boas Práticas de Adaptação, ADEMADAN, 2016 204 p.

GRANDE RESERVA DA MATA ATLÂNTICA. Folder. 2021. Disponível em: < <http://grandereservamataatlantica.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Folder-GRMA-Digital.pdf> >. Acesso em 02 jun. 2021.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M.; Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. Anuário do Instituto de Geociências, v.19, 1996, p. 93-114.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

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.

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.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

HENGL, T. Finding the right pixel size. Computers & Geosciences, v. 32, n. 9, p. 1283-1298, 2006.

LIMA, J. E. F. W.; SANTOS, P. M. C.; CARVALHO, N. O.; SILVA, E. M. Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins. Brasília: EMBRAPA Cerrados; ANA; ANEEL, 2004. 116p. Relatório Técnico. CD-ROM.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; TEIXEIRA, A. S.; CAITANO, R. F.; CHAVES, L. C. G.; Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Revista Agro@mbiente On-line, v. 5, 2011, n. 2, p. 88-96.

MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H.; REICHERT, J. M.; SANTOS, D. R.; Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, 2007, p. 1637-1646.

OLIVEIRA, R.C.B.; MARINS, R. V.; Dinâmica de Metais-Traço em Solo e Ambiente Sedimentar Estuarino como um Fator Determinante no Aporte desses Contaminantes para o Ambiente Aquático: Revisão. Revista Virtual de Química, v. 3, n. 2, p. 88-102, 2011.

PAULA, E. V.; SANTOS, L. J. C.; UBER, J. A. Análise da Suscetibilidade Geopedológica à Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina/PR. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, set. 2010.

PAULA, E. V.; SANTOS, L. J. C.; WROBLEWSKI, C. A., GOLDBACK, J., BRUM, B. M. S., RUTYNA, B. B., 2018. Estimativa da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem do Complexo Estuarino de Paranaguá/PR: subsídios para a gestão costeira. Laboratório de Biogeografia e Solos da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. CNPq. 27p. Relatório Técnico.

PAZ, O. L. S.; DAL PAI, M. O.; PAULA, E. V.; Proposta metodológica para elaboração de base de dados geoespaciais como subsídio a estudos ambientais: aplicação em unidades de conservação do litoral norte do Paraná. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 13, n. 2, 2020, p. 613-629. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/242899/34858>>. Acesso em: 24 mai 2021.

PIERRI, N.; ÂNGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; KIM, M. K.; A ocupação e o uso do solo no litoral paranaense: condicionantes, conflitos e tendências. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 13, 2006, p. 137-167.

QUEIROZ, A. T.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. A interferência dos índices pluviométricos na variação da produção de sedimentos em suspensão no reservatório da PCH Piedade. *Revista Geonorte*, v. 3, 2012.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência e Ambiente*. Santa Maria, n.24. 2002 p.75-92.

SANTOS, L. J. C.; PAULA, E. V.; SOARES, C. R.; Antonina Bay and Superagui Island: A Mosaic of Mountains, Coastal Plain, and Atlantic Forest. *In: VIEIRA, B. C.; SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C. (edit.). Landscapes and Landforms of Brazil*. Springer, 2015.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B.; *Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas*, 2. Ed., São Carlos, Editora Rima, 2007

SUSCETÍVEL; *In: Dicionário Online Priberam da Língua Portuguesa*. Disponível em: <<https://dicionario.priberam.org/suscet%C3%ADvel>> Acesso em: 12 mai 2021.