

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ERICA DO NASCIMENTO SILVA

**ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS COMO INSTRUMENTO AO
GERENCIAMENTO COSTEIRO: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO
JACAREÍ – MORRETES/PARANAGUÁ - PARANÁ**

CURITIBA

2023

ERICA DO NASCIMENTO SILVA

ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS COMO INSTRUMENTO AO
GERENCIAMENTO COSTEIRO: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO
JACAREÍ – MORRETES/PARANAGUÁ - PARANÁ

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista, no curso de MBA em Gestão Ambiental, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Otacílio Lopes de Souza da Paz

CURITIBA

2023

**Estimativa de produção de sedimentos como instrumento ao
gerenciamento costeiro: Estudo de caso da bacia do Rio Jacareí –
Morretes/Paranaguá - Paraná**

Erica do Nascimento Silva

RESUMO

A organização territorial da zona costeira brasileira denota grande complexidade e, nesse cenário, o ordenamento territorial configura-se como importante ferramenta essencial para promover a justiça social e o desenvolvimento sustentável. No contexto da gestão costeira, a compreensão da geografia local e a análise das dinâmicas naturais são fundamentais para o planejamento e gestão integrada. O estudo se concentra na bacia do rio Jacareí, no litoral do Paraná, utilizando técnicas de geoprocessamento para estimar a produção de sedimentos da área de estudo. Considerando a suscetibilidade à produção de sedimentos e o uso da terra e cobertura vegetal, os resultados indicam uma elevada produção de sedimentos na região, com implicações significativas para a gestão costeira. Tendo isso em vista, propõe-se zoneamento do território que inclui zonas de conservação, restauração, uso antrópico sustentável e uso antrópico regenerativo, de modo a contribuir com a mitigação do aporte sedimentar ao estuário. O estudo ressalta a importância da análise integrada da zona costeira, da gestão participativa e da adaptação contínua do ordenamento territorial para enfrentar os desafios relacionados ao assoreamento e promover o desenvolvimento sustentável na região costeira.

Palavras-chave: Análise geoespacial, Ordenamento territorial, Desenvolvimento sustentável. Gestão Costeira. Análise integrada.

ABSTRACT

The territorial organization of the Brazilian coastal zone denotes great complexity, and in this scenario, territorial planning emerges as a crucial tool to promote social justice and sustainable development. In the context of coastal management, understanding local geography and analyzing natural dynamics are essential for integrated planning and management. The study focuses on the Jacareí river basin, on the coast of Paraná, using geoprocessing techniques to estimate sediment production in the study area. Considering susceptibility to sediment production, land use, and vegetation cover, the results indicate a high sediment production in the region, with significant implications for coastal management. With this in mind, a territory zoning is proposed, which includes zones for conservation, restoration, sustainable anthropic use, and regenerative anthropic use, in order to contribute to the mitigation of sediment input into the estuary. The study emphasizes the importance of integrated analysis of the coastal zone, participatory management, and continuous adaptation of territorial planning to address challenges related to sedimentation and promote sustainable development in the coastal region.

Keywords: Geospatial Analysis, Territorial Planning, Sustainable Development, Coastal Management, Integrated Analysis.

1 INTRODUÇÃO

Refletir sobre a organização territorial da zona costeira envolve uma grande complexidade devido às dinâmicas socioespaciais produzidas ao longo da história de construção do território brasileiro. Nesse contexto, o ordenamento territorial se apresenta enquanto ferramenta fundamental para o planejamento e gestão do espaço geográfico, uma vez que se configura enquanto processo político, social e cultural para organizar e regular o uso do território de modo a promover a justiça social e o desenvolvimento sustentável (HAESBAERT, 2006).

A partir dessa ótica é possível realizar análises das dinâmicas socioespaciais em sua complexidade, propiciando a construção de ações direcionadas ao planejamento do uso do território e promovendo o desenvolvimento sustentável. Isso ocorre porque, segundo Haesbaert (2006), por meio do ordenamento territorial é possível articular as diferentes dimensões do espaço geográfico, como a cultural, social e ambiental e econômica.

Do ponto de vista da gestão costeira, Gruber, Barboza e Nicolodi (2003) afirmam que a compreensão da geografia local, a partir da análise da complexidade de dinâmicas naturais, fornece conhecimento elementar sobre como elas se formam, como funcionam e como interagem entre si. Nesse sentido, destaca-se o emprego da análise territorial a partir de Unidades Territoriais Básicas, definidas por Crepani *et. al.* (2001) enquanto área do território que compartilha características ambientais semelhantes, resultantes da interação entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos.

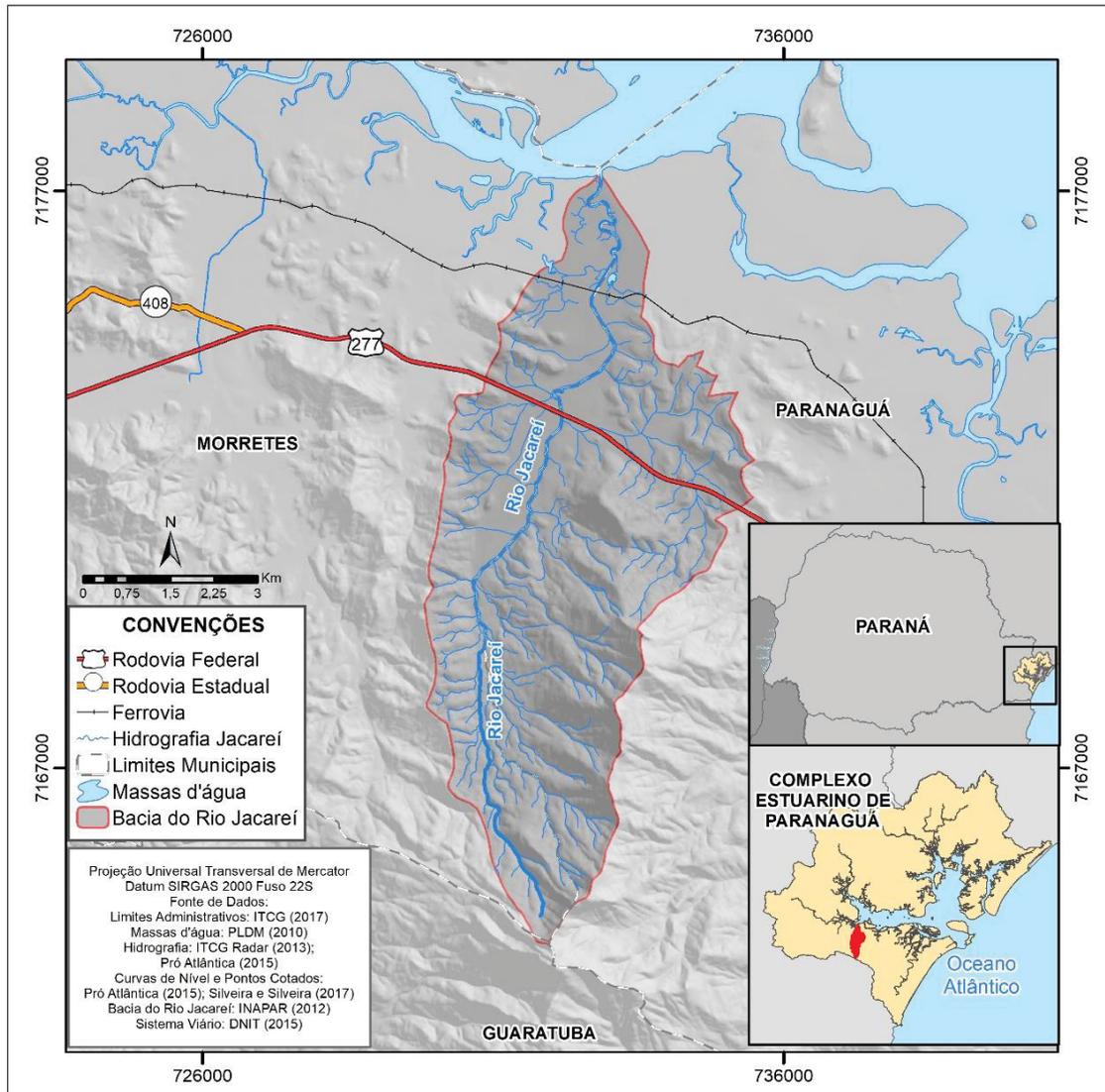
Gruber, Barboza e Nicolodi (2003) reforçam que o entendimento da geografia dos sistemas costeiros auxilia no processo de planejamento e gestão integrada, promovendo a mitigação de problemáticas e potencializando o uso sustentável da zona costeira, levando em consideração os diferentes interesses e atores envolvidos. Por meio da análise da geografia dos sistemas costeiros é possível identificar áreas vulneráveis a impactos naturais e antrópicos, avaliar impactos de atividades humanas e desenvolver planos e políticas para o uso e ocupação da terra, a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável (CREPANI *et. al.*, 2001; GRUBER; BARBOZA; NICOLODI, 2003).

Neste cenário a análise integrada proposta pode ser empregada para construir ações para mitigação do assoreamento de baías ou estuários, que apesar de configurar-se enquanto áreas naturais de recepção de sedimentos das bacias hidrográficas à montante, o processo natural de perda do solo é potencializado pela ação antrópica e por eventos naturais como os movimentos de massa (PAULA; SANTOS; UBER, 2010; TELLES; GUIMARÃES; DECHEN, 2011; ROSS, 2017). O assoreamento das feições estuarinas configura-se como um problema para a gestão do território costeiro em virtude de suas implicações nas esferas ambiental, econômica e social. Em localidades onde há relevante atividade portuária há significativo impacto socioeconômico, em virtude da diminuição do tempo de vida útil dos canais de navegação e limitação do número e tamanho de navios em operação (TELLES; GUIMARÃES; DECHEN, 2011).

No contexto do litoral do Paraná, conforme APPA (2023), o porto de Paranaguá emprega diretamente cerca de 44 mil pessoas e indiretamente cerca de 100 mil pessoas, além de gerar cerca de R\$ 10 bilhões em impostos e tributos para o Estado. Portanto, o assoreamento do canal de navegação aporta impactos socioeconômicos significativos dada a importância da atividade portuária na economia local. De igual maneira, o assoreamento acarreta impactos ambientais atrelados às obras de dragagem, que são utilizadas como ferramenta de mitigação do processo no estuário (PAULA *et al*, 2021).

À vista disso, o presente trabalho busca analisar o Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP enquanto unidade territorial básica, com dinâmicas que se articulam com outras unidades territoriais, tais quais as bacias à montante. Para o desenvolvimento deste estudo foi realizado recorte espacial para bacia hidrográfica do Rio Jacareí, situada na divisa dos municípios de Morretes e Paranaguá, no Estado do Paraná, conforme FIGURA 1.

FIGURA 1 - Localização da bacia do rio Jacareí.



Fonte: A autora (2023).

A bacia hidrográfica sofreu significativa mudança na paisagem após a ocorrência de evento pluviométrico extremo em 11 de março de 2011. O evento atingiu acumulado de 278,8 mm na estação de Paranaguá e 398 mm na estação de Morretes, entre os dias 10 e 13 de março (PARANÁ, 2018). Destacando o papel das chuvas intensas e concentradas como deflagrador do processo dos movimentos de massa de grande magnitude, Silveira *et al.* (2013) discorrem que o material disponibilizado em direção à planície da bacia do rio Jacareí era composto de tronco de árvores, blocos de rocha e solo, formando depósitos de sedimentos finos em porções da planície aluvial. Isto é, a área correspondente à planície aluvial da bacia sofreu soterramento por sedimentos arenosos e

argilosos do evento, que se tornaram disponíveis para transporte, conforme exemplifica a FIGURA 2.

FIGURA 2 - Modificações na paisagem na bacia do rio Jacareí após o evento de março de 2011.



Fonte: MINEROPAR (2011) adaptado pela autora (2023).

Cabe pontuar ainda que a área de estudo se insere na abrangência do bioma Mata Atlântica, que além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, fornece serviços ecossistêmicos¹ essenciais para o ser humano, sendo responsável pela produção, regulação e abastecimento de água, regulação e equilíbrio climáticos, proteção de encostas e atenuação de desastres, além de contribuir com a fertilidade e proteção do solo (BRASIL, 2010).

A bacia também é elencada como área de manancial da bacia Litorânea do Paraná pelo Plano para o Desenvolvimento Sustentável do Paraná - PDS e pelo Zoneamento Ecológico Econômico - ZEE do Estado. Além disso está entre duas Áreas Estratégicas de Gestão – AEG² do Plano da Bacia Litorânea do Paraná (PARANÁ, 2019), evidenciando a relevância do conhecimento das dinâmicas ambientais da área de estudo, visando uma gestão integrada e eficiente dos recursos da zona costeira.

¹ Os serviços ecossistêmicos são os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas, incluindo serviços de provisão, de regulação, de suporte e culturais (MEA, 2005).

² A bacia encontra-se nas Áreas Estratégicas de Gestão 5 e 6, que compreendem as sedes municipais de Morretes e Paranaguá, respectivamente.

Tendo em visto o exposto, objetiva-se estimar a produção de sedimentos da bacia do rio Jacareí a partir de técnicas de Geoprocessamento, visando contribuir com a construção de possibilidades para o ordenamento territorial e gerenciamento costeiro, no tocante de problemáticas com implicações em diferentes esferas como o assoreamento das porções estuarinas como o CEP. Cabe pontuar que o presente trabalho se encarregará do recorte da análise dos atributos físicos da paisagem, entendendo que a elaboração do ordenamento territorial efetivo é dotado de etapas de construção do conhecimento sobre território.

Para tal, o estudo busca empregar uma visão holística sobre o território, levantando seus aspectos físicos por meio das perspectivas metodológicas dos trabalhos de Crepani *et al.* (2001), Campagnoli (2005; 2006), Paula (2016), Paula, Santos e Uber (2010), Paula (2016) e Wroblewski (2016). Busca-se, portanto, enfatizar a importância da abordagem integrada no gerenciamento costeiro, trazendo o entendimento das diferentes dinâmicas e aspectos da área de estudo para a otimização do ordenamento territorial, respaldando a tomada de decisões e elaboração de instrumentos tais quais os Planos de Manejo de Unidades de Conservação (UCs), Planos de bacia hidrográfica e os Planos Diretores Municipais.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 LEVANTAMENTO DA ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

A análise das dinâmicas hidrossedimentológicas é fundamental para o levantamento da estimativa de produção de sedimentos da bacia do rio Jacareí. Para tanto, a construção da análise perpassa pelo entendimento do grau de suscetibilidade geopedológica da paisagem, de modo a compreender a fragilidade natural à perda de solo. O levantamento da cobertura vegetal e uso da terra complementa a suscetibilidade geopedológica, pois através da interação das áreas de maior fragilidade natural com o uso e ocupação da terra, pondera-se como as dinâmicas socioespaciais potencializam (ou não) o processo de

natural de perda de solo. Dessa forma é possível estabelecer os critérios para estimar a produção de sedimentos da área de estudo.

Destaca-se que as avaliações das dinâmicas ambientais na bacia do rio Jacareí foram conduzidas por meio de análises geoespaciais utilizando o *software* ArcGIS 10.5 da ESRI®, módulo ArcMap. Para elaboração dos levantamentos, realizou-se operações de álgebra de mapas, que consiste em um conjunto de operações matemáticas aplicadas à análise geoespacial. Ela pode ser aplicada para apoiar o planejamento e a gestão territorial, por meio da identificação de padrões espaciais ou até a compreensão de processos sociais (CÂMARA *et. al.*, 2001).

2.2 SUSCETIBILIDADE GEOPEDOLÓGICA

Para a elaboração da carta de suscetibilidade geopedológica é necessário traçar os atributos físicos da paisagem que atuam como catalizadores do processo de perda de solo. Crepani *et al.* (2001) afirmam que a análise de uma unidade territorial deve partir do entendimento de sua gênese, constituição física, estágio evolutivo, etc. Tendo isso em vista o desenvolvimento da análise territorial parte do entendimento e ponderação dos aspectos geopedológicos de geologia, geomorfologia e pedologia, estabelecendo critérios relacionados ao potencial à produção de sedimentos, com base nos trabalhos de Crepani *et. al.* (2001) e Paula (2016).

Os atributos geológicos de uma unidade da paisagem contribuem para o entendimento da evolução geológica e do grau de coesão das rochas que compõem a unidade. O grau de coesão das rochas permite entender se prevalecem processos morfodinâmicos ou de pedogênese e, portanto, permite inferir o grau de fragilidade aos processos de intemperismo e disponibilização de sedimentos (CREPANI *et. al.*, 2001).

Assim, a partir da base cartográfica da MINEROPAR (2002), foi realizada ponderação da geologia através do grau de coesão das rochas presentes na área de estudo. Foram atribuídos pesos menores para as rochas mais coesas como as dos Complexos Gnáissico-Migmatíticos, enquanto a Formação Alexandra e os Sedimentos Recentes receberam pesos maiores devido ao baixo

grau de coesão. A abrangência das formações levantadas, assim como os respectivos pesos atribuídos são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 - Hierarquização da geologia na área de estudo.

CÓDIGO	IDADE	FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO	ÁREA (km ²)	PESO
APIcq	Arqueano-Paleoproterozóico	Complexo Cachoeira	Muscovita-biotita quartzitos, fuchcita quartzitos, quartzo xistos, metarenitos e metarcósios, com intercalções de magnetita-micas-quartzo xistos, micas-quartzo xistos e metacherts.	4,0	1,7
APImge	Arqueano-Paleoproterozóico	Complexo Gnáissico-Migmatítico (Migmatitos estromáticos)	Migmatitos estromáticos com paleosoma de biotita-hornblenda gnaiss, mica-quartzo xisto, ultrabásito, metabásito e anfibolito.	3,1	1,3
APIsgf	Arqueano-Paleoproterozóico	Complexo Gnáissico-Migmatítico (Suíte granítica)	Suíte granítica foliada, granitos metassomáticos ou de anatexia, indiferenciados.	15,2	1,3
APImgm	Arqueano-Paleoproterozóico	Complexo Gnáissico-Migmatítico (Migmatitos oftálmicos)	Migmatitos oftálmicos, com paleosoma de biotita gnaiss, biotita-hornblenda gnaiss e hornblenda gnaiss, localmente com quartzitos.	2,8	1,3
Ta	Terciário-Mioceno	Formação Alexandra	Conglomerados, arcósios, areias e argilitos.	2,1	2,8
Qha	Quaternário-Holoceno	Sedimentos Recentes (aluviões)	Aluviões recentes.	8,0	3
Qhc	Quaternário-Holoceno	Sedimentos Recentes (colúvio talus)	Argila, silte e areia, seixos e blocos. Depósitos de colúvio e talus.	3,7	3
Qhe	Quaternário-Holoceno	Sedimentos Recentes (estuário)	Sedimentos argilo-siltico-arenosos, paleoestuarinos.	0,4	3
Qhmg	Quaternário-Holoceno	Sedimentos Recentes (manguezais)	Sedimentos flúvio marinhos, associados à manguezais.	0,8	3

Organização: A autora (2023).

Do ponto de vista da geomorfologia é importante elencar a declividade e perfil de vertente da bacia, uma vez que são fatores que indicam a capacidade de transformação de energia potencial em energia cinética e, portanto, apontam a “capacidade de erosão ou de morfogênese” (CREPANI et al., 2001, p. 74). Pontua-se que as análises dos aspectos geomorfológicos da bacia do rio Jacareí foram feitas a partir do Modelo Digital de Terreno - MDT gerado para área³.

³A elaboração do MDT utilizou base cartográfica de hidrografia produzidos a partir da mescla das bases vetoriais nas escalas 1:25.000 do Pró-Atlântica e 1:10.000 do ITCG Radar, bem como os dados de pontos cotados e curvas de nível, elaborados na escala 1:25.000 pelo programa Pró-Atlântica em 2015 e revisadas pelo LAGEO da UFPR em trabalhos como de Silveira e Silveira (2017).

A declividade é “capaz de criar correntes de drenagem de alto poder erosivo pela transformação de energia potencial em energia cinética” (CREPANI et al., 2001, p. 33). Assim, as declividades e pesos atribuídos apresentados na TABELA 2 consideram que os maiores percentuais de declividade indicam maior capacidade de transformação da energia potencial em cinética, indicando a energia disponível para o escoamento superficial.

TABELA 2: Hierarquização das classes de declividade na área de estudo.

DECLIVIDADE (°)	DECLIVIDADE (%)	ÁREA (km²)	PESO
< 2,9	< 5	10,37	1,0
2,9 – 6,8	5 – 12	3,21	1,5
6,8 – 16,7	12 – 30	10,07	2,0
16,7 – 25,2	30 – 47	10,51	2,5
> 25,2	> 47	6,12	3,0

Organização: A autora (2023).

A hierarquização dos perfis de vertente foi elaborada com base nas proposições de Kirkby e Chorley (1967), que discorrem sobre a capacidade de concentração do fluxo hídrico e nas ponderações realizadas por Paula (2016) e Wroblewski (2016), levando em conta sua contribuição com o escoamento superficial e disponibilização de sedimentos, conforme TABELA 3.

TABELA 3 - Hierarquização dos perfis de vertente na área de estudo.

PERFIL DA VERTENTE	ÁREA (km²)	PESO
Convexa	11,49	1,5
Retilínea	18,80	2,0
Côncava	9,84	3,0

Organização: A autora (2023).

A partir do levantamento das classes de solo do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (2018) foi possível atribuir pesos às mesmas, tomando como base a capacidade de resistir à erosão, assim como a maturidade dos solos. No entanto, para melhor descrever a paisagem da área de estudo do ponto de vista da suscetibilidade à perda de solo, somou-se às classes preexistentes⁴ os escorregamentos, corrida de detritos e depósitos psamíticos estável e instável resultantes do evento extremo. A hierarquização baseou-se

⁴EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p

nos trabalhos de Crepani *et al.* (2001), Paula (2016), Wroblewski (2016) e Ross (2017), resultando na ponderação apresentada na TABELA 4.

TABELA 4 - Hierarquização da pedologia na área de estudo.

CÓDIGO	CLASSES (SiBCS, 2018)	ÁREA (km²)	PESO
GX	Gleissolos Háplicos	4,27	1,0
GJ	Gleissolos Tiomórficos	0,94	1,0
OO	Organossolos Fólicos	0,02	1,0
GX1	Associação de Gleissolos Háplicos com Cambissolos Flúvicos	0,01	1,3
EK1	Espodossolos Humilúvicos	1,25	1,5
CY	Cambissolos Flúvicos	4,31	1,5
CX1	Associação de Cambissolos Háplicos com Neossolos Litólicos	4,64	2,0
RL	Neossolos Litólicos	1,22	2,0
CX	Cambissolos Háplicos	7,90	2,0
CX3	Associação Cambissolos Háplicos Tb Distrófico típico, substrato migmatitos com Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos cambissólicos	3,34	2,5
CX2	Associação de Cambissolos Háplicos com Argissolos Vermelho-Amarelos	6,50	2,8
CÓDIGO	CLASSES PROPOSTAS	ÁREA (km²)	PESOS
DPE	Depósito psamítico estável	1,89	1,0
ESC	Escorregamentos	2,33	2,8
CO	Corrida de detritos	1,35	3,0
DPI	Depósito psamítico instável	0,16	3,0

Organização: A autora (2023).

Para elaboração da carta de Suscetibilidade Geopedológica (SG) à produção de sedimentos para a área de estudo foram utilizados procedimentos de álgebra de mapas. A integração das informações hierarquizadas foi elaborada por meio da multiplicação das variáveis por fatores que atribuem pesos aos parâmetros, seguido da extração da média aritmética dos elementos, conforme EQUAÇÃO 1.

EQUAÇÃO 1 - Média dos atributos geopedológicos.

$$SG = \frac{(Geologia * 20) + (Pedologia * 40) + \left(\frac{Declividade + Forma de Vertente}{2} \right) * 40}{3}$$

Fonte: PAULA *et al.* (2018).

O resultado obtido a partir da aplicação da EQUAÇÃO 1 foi reclassificado, de modo a apresentar cinco classes de grau de suscetibilidade à disponibilização de sedimentos, variando de Muito Baixa (1) a Muito Alta (3), de acordo com a TABELA 5.

TABELA 5 - Discretização da suscetibilidade geopedológica na área de estudo.

GRAU DE SUSCETIBILIDADE	VALOR
Muito Alta	3,0
	2,9
	2,8
	2,7
Alta	2,6
	2,5
	2,4
	2,3
Mediana	2,2
	2,1
	2,0
	1,9
Baixa	1,8
	1,7
	1,6
	1,5
Muito Baixa	1,4
	1,3
	1,2
	1,1
	1,0

Fonte: Paula (2016).

2.3 MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA

O mapeamento de Cobertura Vegetal e Uso da Terra para a área de estudo compreende etapa fundamental para elaboração da estimativa de produção de sedimentos. Para tanto, utilizou-se as bases cartográficas elaboradas por Britez, Prestes e Machado (2015) e Paz e Paula (2020), nas escalas 1:25.000 e 1:15.000, respectivamente. Também foi utilizada imagem orbital da *Maxar Technologies* e *Google Earth* (2018), com resolução de 2 metros.

Para estabelecer critérios para a fotointerpretação das imagens, foi elaborada a chave de interpretação, apresentada na FIGURA 3, construída com base no manual técnico de uso da terra (IBGE, 2013), que recomenda a divisão das classes mapeadas em Áreas Antrópicas Não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas de Vegetação Natural e Água. Considerando as alterações na paisagem ocasionadas pelo evento de março de 2011, torna-se pertinente a criação da classe Área afetada pelos movimentos de massa.

FIGURA 3 - Chave de interpretação do mapeamento de cobertura vegetal e uso da terra.

GRUPOS	ÁGUA	ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL	ÁREAS AFETADAS PELOS MOVIMENTOS DE MASSA
CLASSES	Corpos d'água	Agricultura; Campo e Pastagem; Reflorestamento	Solo exposto; Mineração; Área edificada; Estacionamento; Estradas pavimentadas; Estradas não pavimentadas	Floresta em estágio inicial, médio ou avançado; Floresta Altomontana; Formações pioneiras arbóreas; Área úmida; Campo Altomontano; Formações pioneiras herbáceo-arbustiva	Depósito psamítico instável
ATRIBUTOS	<p>Forma: irregular</p> <p>Cor: azul escuro, verde, marrom ou preto</p> <p>Tamanho: pequeno</p> <p>Textura: lisa</p> <p>Variação de altura: não</p> <p>Posição: próximo à cobertura florestal e/ou áreas de agricultura e mineração</p>	<p>Forma: retangular ou irregular</p> <p>Cor: laranja, bege, verde, verde escuro ou roxa</p> <p>Tamanho: grande</p> <p>Textura: lisa com linhas ou rugosa</p> <p>Variação de altura: sim</p> <p>Posição: próximo aos acessos viários, edificações e/ou cobertura florestal</p>	<p>Forma: irregular, regular ou linear</p> <p>Cor: branca, bege, cinza claro, cinza escuro, marrom</p> <p>Tamanho: pequeno a grande</p> <p>Textura: lisa</p> <p>Variação de altura: não</p> <p>Posição: próximo aos acessos viários, corpos d'água, áreas edificadas ou áreas de cultivo</p>	<p>Forma: irregular</p> <p>Cor: verde, verde clara, marrom</p> <p>Tamanho: grande</p> <p>Textura: rugosa</p> <p>Variação de altura: sim</p> <p>Posição: próximo à área de cultivo, corpos d'água, cotas mais altas e outras áreas de cobertura vegetal</p>	<p>Forma: irregular</p> <p>Cor: bege, cinza claro</p> <p>Tamanho: médio a grande</p> <p>Textura: lisa</p> <p>Variação de altura: não</p> <p>Posição: próximo à área de cultivo e corpos d'água</p>
EXEMPLOS					

Organização: A autora (2023)

2.4 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Para a estimativa da produção de sedimentos, empregou-se o resultado obtido na carta de suscetibilidade geopedológica, bem como o levantamento de cobertura vegetal e uso da terra. Desse modo, respaldando-se nos trabalhos de Campagnoli (2005, 2006), Paula (2016) e Wroblewski (2016), obteve-se o cruzamento matricial dos produtos cartográficos, de tal forma que as resultantes foram ponderadas conforme seu respectivo potencial de aporte sedimentar, de acordo com a FIGURA 4.

FIGURA 4 - Cruzamento matricial das classes de potencial à produção de sedimentos.

	Classes de Cobertura Vegetal e Uso Da Terra	Pesos	Classes de Suscetibilidade Geopedológica				
			1	2	3	4	5
			Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Áreas Naturais	Corpo d'água	0	0	0	0	0	0
	Área úmida	0	0	0	0	0	0
	Floresta em estágio médio ou avançado	1	I	I	I	II	II
	Floresta Altomontana	10	I	I	II	II	III
	Formações pioneiras arbóreas	10	I	I	II	II	III
	Campo Altomontano	100	II	II	II	III	IV
	Formações pioneiras herbáceo-arbustiva	100	II	II	II	III	IV
	Floresta em estágio inicial	100	II	II	II	III	IV
Áreas antropizadas	Estradas pavimentadas	10	I	I	II	II	III
	Área edificada	10	I	I	II	II	III
	Estacionamento	1000	II	II	III	IV	IV
	Reflorestamento	1000	II	II	III	IV	IV
	Campo e pastagem	1000	II	II	III	IV	IV
	Agricultura	10000	II	III	IV	V	V
	Solo exposto ou mineração	100000	IV	IV	V	V	V
	Estradas não pavimentadas	100000	IV	IV	V	V	V
Depósito psamítico instável	100000	IV	IV	V	V	V	

Organização: A autora (2023)

Considerando a relevância da pluviosidade no que concerne a contribuição para o transporte de sedimentos, ao resultado obtido no final desta etapa foram acrescentados dados pluviométricos, tomando como parâmetro a isoietas equivalente à média anual de 2.800 mm com base na análise dos dados de Goudard e Paula (2016). Ao dado resultante do acréscimo de dados

pluviométricos atribuiu-se valores de referência de produção de sedimentos para cada classe, resultando na TABELA 6.

TABELA 6 - classes de produção de sedimentos e valores de referência para a estimativa.

CLASSES DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS	TAXA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS (t.km ⁻² .a ⁻¹)	VALORES DE REFERÊNCIA(t.km ⁻² .a ⁻¹)
Áreas de deposição de sedimentos (0)	0	0
Muito Baixa (I)	< 5	5
Baixa (II)	5 - 70	35
Moderada (III)	70 - 200	135
Alta (IV)	200 - 400	300
Muito Alta (V)	> 400	450

Organização: A autora (2023), adaptado de Campagnoli (2005, 2006).

Para encontrar os valores de estimativa de produção de sedimentos para cada classe empregou-se a EQUAÇÃO 2, onde EPS corresponde a estimativa de produção de sedimentos, AC seguido de algarismo romano compreende a área de cada classe de produção, que foi multiplicado pelo respectivo valor de referência exposto na TABELA 6.

EQUAÇÃO 2 - equação para cálculo da estimativa de produção de sedimentos.

$$EPS = (AC I * 5) + (AC II * 35) + (AC III * 135) + (AC IV * 300) + (AC V * 450)$$

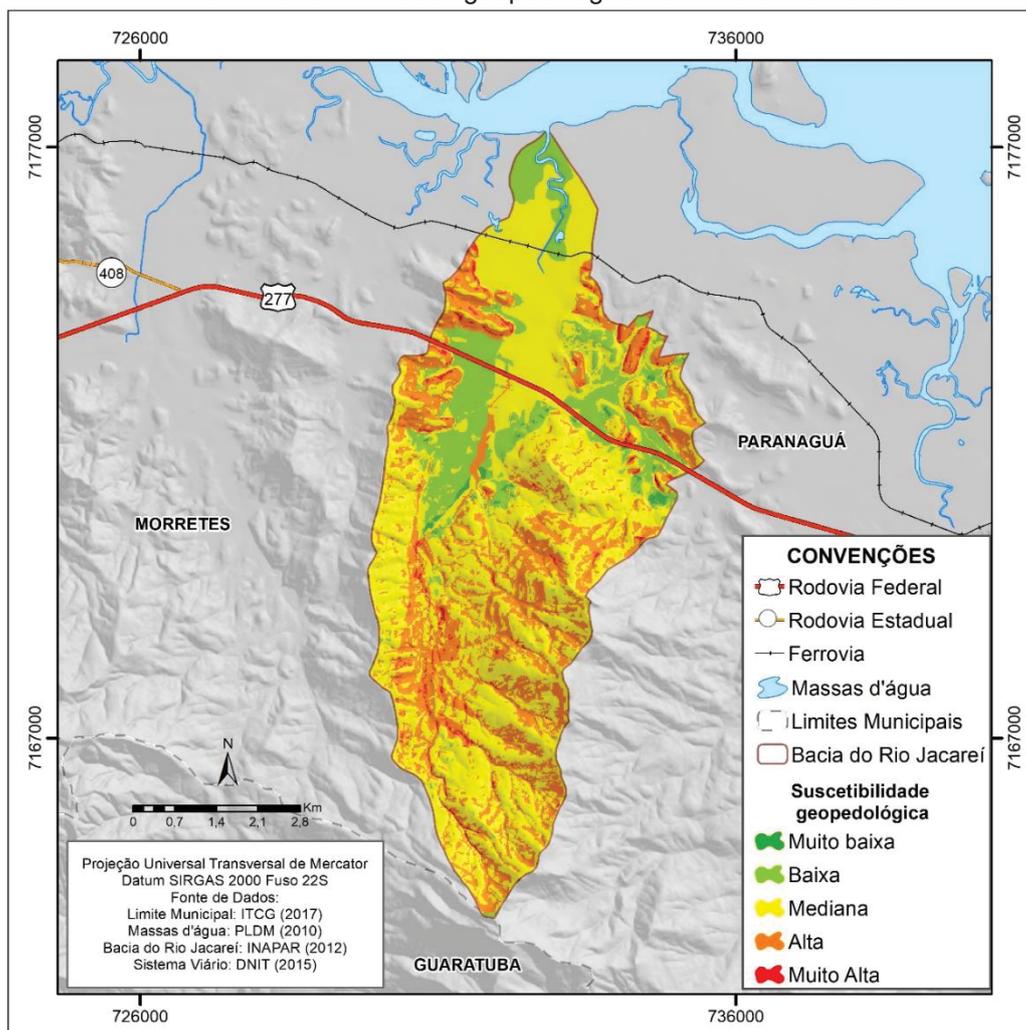
Fonte: Paula (2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suscetibilidade geopedológica da bacia do rio Jacareí pode ser observada na FIGURA 5 e, de maneira tabulada, na

TABELA 7. Através da figura é possível observar que a área de estudo é composta majoritariamente por porções enquadradas no grau de suscetibilidade à perda de solo Mediana (56,8%), seguida da categoria Alta (26,9%), que juntas correspondem a mais de 80% do território. As categorias Muito Baixa e Baixa equivalem a 14,7%, enquanto a Muito Alta abarca 1,6%.

FIGURA 5 - Suscetibilidade geopedológica da bacia do rio Jacareí.



Fonte: A autora (2023).

TABELA 7 - Área correspondente dos graus de suscetibilidade.

GRAU DE SUSCETIBILIDADE	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Muito Baixa	0,23	0,6%
Baixa	5,66	14,1 %
Mediana	22,77	56,8%
Alta	10,79	26,9%
Muito Alta	0,62	1,6%

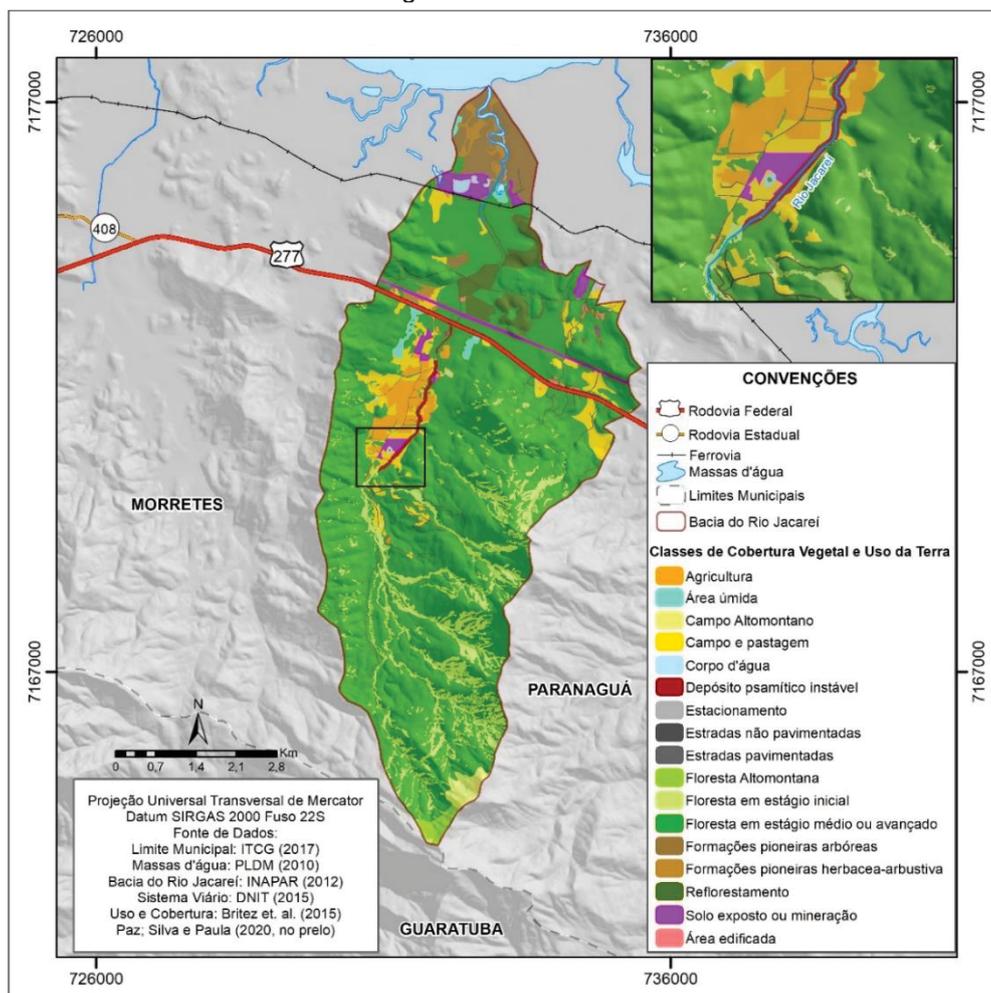
Organização: A autora (2023)

Os resultados obtidos indicam que as áreas com grau de suscetibilidade Mediana estão atreladas a ocorrência de Cambissolos Flúvicos e Háplicos, Neossolos Litólicos, Associação de Cambissolo Háplico com Neossolo Litólico e Associação de Espodosolos Humilúvicos com Gleissolos Háplicos, abrangendo desde declividades menores que 5% até maiores que 47%. As áreas de Alta e

Muito Alta suscetibilidade à perda de solo, por sua vez concentram-se, sobretudo, nas porções da bacia onde há presença das cicatrizes deixadas pelo evento de março de 2011, havendo presença majoritária de vertentes retilíneas e côncavas e de declividades oscilando entre as classes 12 – 30 % e maiores que 47%.

A carta de cobertura vegetal e uso da terra exposta na FIGURA 6, a qual ilustra que 70,6% da área de estudo corresponde à cobertura de Floresta em estágio médio ou avançado, seguida de Floresta em estágio inicial (9,2%). Das áreas antropizadas o uso correspondente a Campo e Pastagem apresentou maior ocorrência, totalizando 4,8% da bacia. As classes de Agricultura, Solo exposto ou Mineração, Estradas não pavimentadas e Depósito Psamítico instável, representam 5,6% da área de estudo, conforme compilado na TABELA 8.

FIGURA 6 - Cobertura vegetal e uso da terra da bacia do rio Jacaré.



Fonte:2023

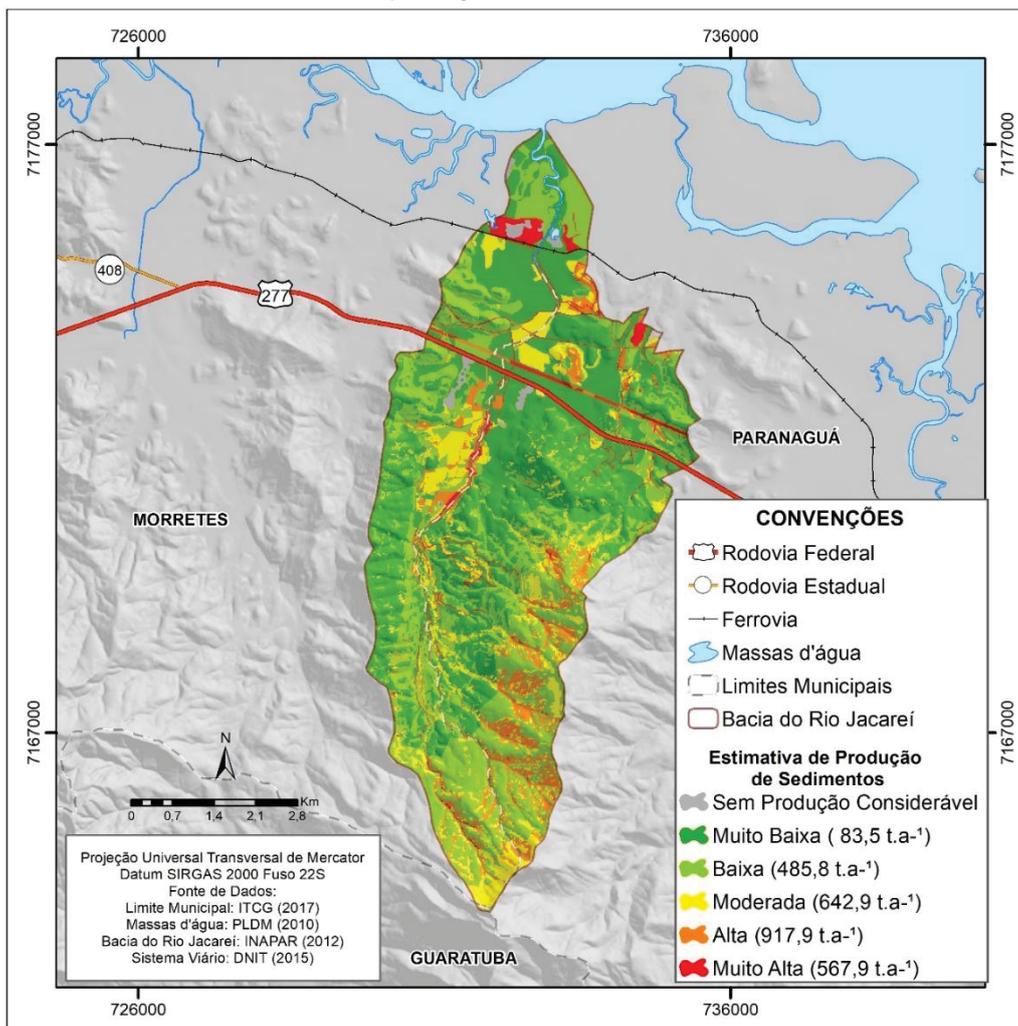
TABELA 8 - Classes de cobertura vegetal e uso da terra e suas respectivas áreas de abrangência.

CLASSE DE COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA	ÁREA (km²)	ÁREA (%)
Agricultura	0,78	1,9%
Área Edificada	0,08	0,2%
Área Úmida	0,28	0,7%
Campo Altomontano	0,28	0,7%
Campo e Pastagem	1,93	4,8%
Corpo d'água	0,23	0,6%
Estacionamento	0,001	0,003%
Estradas não pavimentadas	0,56	1,4%
Estradas pavimentadas	0,13	0,3%
Floresta Altomontana	0,21	0,5%
Floresta em estágio inicial	3,68	9,2%
Floresta e estágio médio ou avançado	28,43	70,6%
Formações pioneiras arbóreas	1,42	3,5%
Formações pioneiras herbáceo-arbustiva	0,35	0,9%
Reflorestamento	0,96	2,4%
Solo exposto ou mineração	0,78	1,9%
Depósito psamítico instável	0,16	0,4%

Organização: A autora (2023).

Por meio da aplicação da metodologia apresentada foi obtido produto cartográfico disposto na FIGURA 7 e por meio dele verifica-se que 41,7% da área de estudo representa a classe de produção Muito Baixa, que pode contribuir com cerca de 83 toneladas ao ano (t.a⁻¹). A estimativa de produção de sedimentos calculada atinge escala de grandeza de 2.698 toneladas ao ano, com média de 67,39 t.km⁻².a⁻¹.

FIGURA 7 - Estimativa da produção de sedimentos da bacia do rio Jacaréí.



Fonte: A autora (2023).

As classes de Baixa e Moderada produção, que compõem 46,6% da área de estudo, podem fornecer até 1.128,77 t.a⁻¹, enquanto as classes de Alta e Muito Alta, equivalem a 10,8% da bacia, contribuindo com 1.485,78 t.a⁻¹ do aporte de sedimentos estimado, conforme TABELA 9.

TABELA 9 - Classes de potencial à produção de sedimentos da bacia do Jacaréí.

CLASSES DE ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS (t.a ⁻¹)
Áreas de deposição de sedimentos	0,38	1,0%	0
Muito Baixa	16,69	41,7%	83,47
Baixa	13,88	34,7%	485,85
Moderada	4,76	11,9%	642,92
Alta	3,06	7,6%	917,87
Muito Alta	1,26	3,1%	567,91
Total	40,03	100%	2698,02

É importante salientar que os resultados obtidos expressam o emprego da álgebra de mapas com base nos pesos atribuídos para cada atributo levantado. A análise corresponde a um modelo da realidade sendo, as pontuações atribuídas com base na literatura e em trabalhos de campo realizados no ano de 2019, no âmbito do projeto de pesquisa Estimativa da Produção de Sedimentos da Bacia do Rio Jacareí executado pelo Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais - LAGEAMB e financiado pelo Terminal de Contêineres de Paranaguá - TCP.

Através dos resultados obtidos é possível inferir, pela suscetibilidade geopedológica, a propensão da área de estudo à perda de sedimentos, visto que os graus mais elevados de suscetibilidade à disponibilização de material sedimentar (Muito Alta, Alta e Moderada) ocupam 85,3% da bacia. Ao sobrepor os dados de fragilidade à perda de solos com os de cobertura vegetal e uso da terra para o levantamento da estimativa de produção de sedimentos da área, se destaca o papel atenuador da cobertura florestal nos processos de transporte e deposição de sedimentos inconsolidados, sobretudo quando associado a elevados índices pluviométricos.

No entanto, apesar das classes mais abrangentes serem as classes Muito Baixa e Baixa, que englobam 76,4% da bacia, o volume total estimado é expressivo, estando na ordem de grandeza de mais de 2.698 toneladas por ano, com média de $67,39 \text{ t.km}^{-2}.\text{a}^{-1}$.

Ao comparar a situação identificada na bacia do rio Jacareí com os resultados obtidos no estudo de Paula (2016), que investigou a geração de sedimentos na região de drenagem da baía de Antonina, incluindo a bacia do rio Jacareí na unidade hidrográfica conhecida como "área incremental 1", também se constatou um considerável potencial para a produção de sedimentos na área de pesquisa. Por meio da análise dos cenários de vegetação natural e de cobertura vegetal e uso da terra de 2005 o autor encontrou valores de $11,0 \text{ t.km}^{-2}.\text{a}^{-1}$ e $40,8 \text{ t.km}^{-2}.\text{a}^{-1}$, respectivamente.

Embora ambos exibam predominância da classe mediana quanto à suscetibilidade geopedológica, e maior abrangência das classes Muito Baixa e Baixa no que compete à estimativa de produção de sedimentos, a discrepância

nos valores pode ser atribuída ao cenário de cobertura vegetal e uso da terra, visto que a análise de Paula (2016) não considera as alterações na paisagem ocasionadas pelo evento extremo de março de 2011. Portanto, é importante compreender o assoreamento baseando-se nas dinâmicas hidrossedimentológicas das áreas fontes, sobretudo considerando o volume de sedimentos disponibilizados por meio dos movimentos de massa, de modo a otimizar as análises espaciais e ações mitigatórias.

Vale destacar a importância da investigação das dinâmicas espaciais para propor um ordenamento do território que mitigue as problemáticas e promova o desenvolvimento sustentável, considerando as dimensões sociais, econômicas e ambientais (HAESBAERT, 2004). Nesse âmbito também é importante pensarem alternativas para o uso da terra para as áreas nas quais o aporte sedimentar seja mais relevante.

Portanto, no âmbito da gestão do território, é fundamental ressaltar a relevância do envolvimento ativo de todas as partes interessadas por meio de processos participativos, que envolva todos os atores sociais interessados de forma a mediar as dinâmicas socioespaciais e promover o desenvolvimento sustentável (HAESBAERT, 2004). Dessa forma, é possível desenvolver ações que considerem os aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, como a proposição de ações de implementação de PSA como alternativa à usos da terra com maior contribuição à disponibilização de sedimentos. A aplicação das ações pode ser direcionada aos usos associados à agricultura e mineração, conforme o levantamento apresentado. Iniciativas nesse âmbito tem o potencial de contribuir com o aumento da oferta do serviço ecossistêmico de retenção do solo.

É importante salientar que o monitoramento das unidades hidrográficas que drenam para o CEP possibilitaria avaliar a contribuição no aporte de sedimentos de cada uma das sub-bacias, viabilizando ações mais efetivas no âmbito da gestão costeira e controle do assoreamento da feição estuarina. Destaca-se, portanto, a importância de investigar as dinâmicas espaciais da Bacia Litorânea do Paraná, para ordenar o território por meio de ações articuladas na escala local e regional que sejam capazes de promover o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a partir dos resultados obtidos, é possível ensaiar uma proposta de zoneamento territorial para a bacia do rio Jacaréí. Conforme apresentado na FIGURA 8, a proposta que considera a estimativa de produção de sedimentos, tem quatro classes: Zona de Conservação, Zona de Restauração, Zona de uso antrópico sustentável e Zona de uso antrópico regenerativo.

FIGURA 8 - Matriz da proposta inicial de zoneamento territorial para a bacia do rio Jacaréí.

Classes de Cobertura Vegetal e Uso Da Terra		Classes de estimativa de produção de sedimentos					
		Sem Produção	Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Áreas Naturais	Área úmida	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação
	Floresta em estágio médio ou avançado	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação
	Floresta Aitomontana	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação
	Formações pioneiras arbóreas	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação
	Campo Aitomontano	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação
	Formações pioneiras herbáceo-arbustiva	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação
	Floresta em estágio Inicial	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de conservação	Zona de restauração
Áreas antropizadas	Estradas pavimentadas	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável
	Área edificada	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável
	Estacionamento	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável
	Reflorestamento	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico regenerativo
	Campo e pastagem	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico regenerativo
	Agricultura	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico regenerativo	Zona de uso antrópico regenerativo
	Solo exposto ou mineração	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico regenerativo	Zona de restauração
	Estradas não pavimentadas	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico regenerativo
	Depósito psamítico instável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de uso antrópico sustentável	Zona de restauração

Organização: A autora (2023)

A "Zona de Conservação" abrange predominantemente áreas de cobertura vegetal com estimativas de produção de sedimentos variando de "Muito Baixa" a "Moderada", sendo reservada para a preservação da vegetação natural e a minimização da erosão. Em contrapartida, a "Zona de Restauração" visa revitalizar ecossistemas, concentrando-se na redução da produção de sedimentos, principalmente mantendo níveis "Muito Baixos".

Por outro lado, as áreas de "Uso Antrópico Sustentável" e "Uso Antrópico Regenerativo" acomodam atividades humanas, com a primeira priorizando a gestão sustentável para manter níveis de produção de sedimentos aceitáveis, enquanto a segunda se concentra na regeneração e na diminuição progressiva da produção de sedimentos.

Vale destacar o carácter inicial dessa proposta, refletindo um ponto de partida para discussões no âmbito de uma gestão sustentável do território. Estudos aprofundados são necessários para embasar, revisar e complementar as zonas aqui descritas, bem como articulações com poder público devem ser feitas para sua implementação. À medida que o planejamento e a implementação avancem, é fundamental que essas zonas sejam continuamente avaliadas e adaptadas para atender às necessidades em constante evolução da paisagem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos no estudo evidencia-se a relevância da bacia do rio Jacareí no que compete à disponibilização de sedimentos para o CEP, sobretudo considerando o cenário de cobertura vegetal e uso da terra da terra atual. Os modelos utilizados demonstraram que a área apresenta elevada suscetibilidade geopedológica e produção de sedimentos, contribuindo com um aporte sedimentar anual relevante.

Do ponto de vista socioeconômico regional, é importante pensar em iniciativas de conservação e restauração do bioma, levando em consideração aspectos participativos para atender as demandas das comunidades locais de modo a promover o combate das desigualdades espaciais, assim como gerar maior comprometimento coletivo às ações para o desenvolvimento sustentável

do território. Conforme pontua Haesbaert (2004), se ressalta que o ordenamento territorial deve ser adaptável, sendo capaz de se moldar às mudanças constantes do espaço geográfico.

Por fim, coloca-se a importância da análise integrada da zona costeira para compreender as dinâmicas naturais e antrópicas que contribuem para o assoreamento CEP. Salienta-se que os resultados apresentados correspondem aos modelos utilizados neste trabalho, portanto não contemplam a total complexidade da realidade. Contudo, compete recomendar a utilização dos instrumentos de ordenamento do território, sobretudo de forma articulada e participativa, para organizar e regular seu uso de forma a promover a justiça social e o desenvolvimento sustentável.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros**. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampa, 2010

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.

CÂMARA, G.; BARBOSA, C.; CORDEIRO, J. P.; LOPES, E.; FREITAS, U. M.; LUCENA, I.. **ÁLGEBRA DE MAPAS**. In: 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.

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.

_____. 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.

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. (Org.). **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná: litoral**. Curitiba, ITCG, 2016, 352p.

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.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356 p

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.

GRUBER, N.L.S., BARBOZA, E.G. & NICOLODI, J.L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. GRAVEL, 2003, v. 1, n. 1, p. 81-89.

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.; FULLEN, M.A.; JORGE, M.C.O.; ALEXANDRE, S.T. Erosão e conservação de solos no Brasil. **IGeo: Anuário do Instituto de Geociências**, v.37, n.1, p. 81-91, 2014.

HAESBAERT, R. **O Mito da Desterritorialização: do "fim dos territórios" à multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

_____. Ordenamento territorial. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 26, n. 1, p. 117-124, 2006.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.

KIRKBY, M. J.; CHORLEY, R. J. Throughflow, Overland Flow and Erosion. **Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology**, vol. 12, n. 3, p. 5-21. 1967.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: global assessment reports**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MINEROPAR (Minerais do Paraná). **Atlas comentado da geologia e dos recursos minerais do Estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2001.

_____. **Atlas Geomorfológico do Estado Paraná** – Escala base 1:250.000. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002.

_____. **Mapeamento geológico-geotécnico da porção leste da serra do mar do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2011.

PARANÁ. Águas Paraná. Governo do Estado do Paraná. **Plano da bacia hidrográfica litorânea: eventos críticos**. Curitiba: COBRAPE, 2018.

PARANÁ. GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Plano para o desenvolvimento sustentável do litoral do paraná**. Curitiba: S.I, 2019.

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.. Análise da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina, Paraná: Contribuições ao planejamento do território. In: REIS, R. A.; ABRAHÃO, C. M. S.; TIEPOLO, L. M.; CHEMIN, M. (Org.). **Litoral do Paraná: Território e Perspectivas**. VOLUME 1 Sociedade, Ambiente e Gestão. 1ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2016, v. 1, p. 11-35.

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.

PAULA, E. V.; PAZ, O. L. S.; PAI, M.O.; OLIVEIRA, M.. **Sustaining Port Activities Through Nature Conservation: The Case of Paraná Coast in Southern Brazil**. In: SINGH, R.B.; CHATTERJEE, S.; MISHRA, M.; DE LUCENA, A.J.. (Org.). *Practices in Regional Science and Sustainable Regional Development*. 1ed. Singapore: Springer Singapore, 2021, v. 1, p. 151-170.

PAZ, O. L. S.; PAULA, E. V. **Planície do Rio Jacareí após os Movimentos de Massa de 2011**: Considerações a partir da Análise Granulométrica de Trincheira e Mudanças do Canal. In: XII SINAGEO, Juiz de Fora, 2020.

PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. Movimentos de Massa como Processos Naturais de Evolução das Encostas, Estudo de Caso: Bacia do Rio Jacareí, Municípios de Morretes e Paranaguá–PR. **Geingá: Revista Do Programa de Pós-Graduação Em Geografia**, v. 6, n.1, p.23–45, 2014

APPA - Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (Paraná). **Institucional**. 2023. Disponível em: <https://www.portosdoparana.pr.gov.br/>. Acesso em: 07 set. 2023.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. 9ª ed. São Paulo: Contexto, 2017.

SILVEIRA, C.T.; FIORI, A.P.; FERREIRA, A.M.; DE GÓIS, J.R; DEMIO,G.; PINHEIRO, R.M.S.; BASSI, N.E.M.; HERRIG, T.M.L. Emprego de Atributos Topográficos no Mapeamento da Suscetibilidade a Processos Geoambientais na bacia do Rio Jacareí, Paraná. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n.3, p. 623–639. Dez. 2013.

SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfométrica das formas de relevo no estado do Paraná - Brasil. **Revista Ra'e Ga**, v. 41 Temático de Geomorfologia, p. 98-130, 2017. DOI: 10.5380/raega.v41i0.51674

TELLES, T. S.; GUIMARAES, M. de F.; DECHEN, S.C.F. **Os custos da erosão do solo**. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 2011, vol.35, n.2, pp.287-298. ISSN 1806-9657.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F.. O CLIMA DO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.L.], v. 3, p. 49-63, 31 ago. 2008. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v3i0>.

WROBLEWSKI, C.A. Análise da Produção de Sedimentos na Área de Abrangência da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba/PR.2016. 67 f. **Monografia** (graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.