

**Felipe Santana Machado  
Aloysio Souza de Moura  
(Organizadores)**



# EDUCAÇÃO, MEIO AMBIENTE E TERRITÓRIO 3

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Felipe Santana Machado  
Aloysio Souza de Moura  
(Organizadores)

# Educação, Meio Ambiente e Território 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E24	Educação, meio ambiente e território 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Educação, Meio Ambiente e Território; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-144-2 DOI 10.22533/at.ed.442192102  1. Divisões territoriais e administrativas 2. Educação ambiental. 3. Meio ambiente – Preservação. 4. Geologia. I. Machado, Felipe Santana. II. Moura, Aloysio Souza de.  CDD 320.60981
-----	---

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Território é um dos termos mais utilizados pela Geografia, pois está intimamente relacionado aos sistemas de formação e transformação do espaço geográfico. Esta definição pode variar segundo a corrente de pensamento, e ou da abordagem que se realiza, mas a concepção mais comumente acolhida, o relaciona ao espaço delimitado a partir de uma associação de poder, seja político, religioso entre outros.

Na atualidade, o termo território é contemplado, nas mais diversas pesquisas e abordagens, como um espaço demarcado pelo uso de fronteiras – desnecessariamente visíveis – e que se fixa a partir de uma expressão e imposição de poder, contudo, desigualmente das concepções anteriores, o território pode se mostrar em múltiplas escalas, não possuindo necessariamente uma natureza política, mais também climáticas, vegetacionais e edáficas. A obra “Educação, Meio ambiente e Território” apresenta uma série de livros de publicação da Atena Editora. Em seu terceiro volume, com 27 capítulos, enfatizamos estudos sobre território, com destaque aos estudos de solos e geotécnicos, a influência de estudos erosivos para manutenção de aspectos geológicos e geográficos, e uma série de estudos de viabilidade hídrica, tanto superficiais quanto subterrâneos.

Acreditamos ser extremamente oportuno apresentar um primeiro capítulo que aborde uma temática tão atual (Jan 2019), uma vez que o Brasil tem sofrido com inúmeros desastres ambientais por parte de mineradoras localizadas no estado de Minas Gerais que não tem a destinação correta para seus rejeitos. O desastre de Mariana em novembro de 2015 e mais recentemente o desastre de Brumadinho são considerados os maiores desastres desta categoria do Brasil, pois além das perdas humanas, afetou inúmeras cidades ao longo das bacias hidrográficas do Rio Doce e Vale do São Francisco, os deixou sem água potável, dizimou grande parte da biodiversidade, e gerou um grande impacto nos estados nos quais perpassaram com influências visíveis inclusive no oceano Atlântico.

E por fim, finalizamos esse volume apresentando informações sobre danos físicos ao ambiente, mitigação de impactos ambientais, bem como técnicas de sensoriamento remoto e análises multitemporais sobre áreas de cultivo e florestais. Dessa forma, conseguimos elencar uma grande gama de aspectos relacionados ao território que não foram antes mencionadas em trabalhos científicos de forma a construir uma base de exemplos/metodologias que podem ser seguidos(as) e utilizadas como base para tomada de decisão dentro das diferentes esferas governamentais e científicas.

Esperamos que esta obra possa contribuir com o conhecimento sobre o território e com artífices ambientais para a sua preservação. Mesmo cientes da existência dos problemas mencionados nos diferentes capítulos, as informações normalmente são veiculadas de formas mais populares em detrimento de informações científicas. Isso interfere na opinião pública que ignora ou esquece problemas tão graves e que terão consequências ao longo de dezenas ou até centenas de anos. Acredita-se que

a informação presente nesse volume três possa estimular boas práticas que poderão ser disseminadas para evitar maiores problemas de ordem territorial e ecológica.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
VILA DE ITAPINA E OS LAÇOS COMO RIO DOCE: REGISTROS DE MEMÓRIA APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO (SAMARCO/VALE/BHP)	
Bianca Pavan Piccoli Maria Cristina Dadalto Patrícia Pavesi Sônia Missagia Matos Leonardo Nunes Aranha Douglas dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921021</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM ITAÍBA NO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite Rafaella Teixeira Miranda Maiara de Araújo Porto Túlio Martins de Lima Natália Milhomem Balieiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921022</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>35</b>
ANÁLISE DO SOLO LOCALIZADO NA REPRESA DO RIO TAPAJOS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA	
Derek Leão Monteiro Eliana Costa Seabra Jamilly Rocha de Araújo Wesley Leão Monteiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921023</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO SERRA GERAL EM BOA VISTA DAS MISSÕES - RS	
Willian Fernando de Borba Gabriel D'Ávila Fernandes José Luiz Silvério da Silva Bruno Acosta Flores Mirta Teresinha Petry Lueni Gonçalves Terra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921024</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
LEVANTAMENTO DE SOLOS DO JARDIM BOTÂNICO DE PORTO ALEGRE	
Edsleine Ribeiro Silva Luis Fernando da Silva Paulo César do Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921025</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 57**

SUBSÍDIOS GEOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE IGREJINHA/RS

Saulo Borsatto  
Norberto Dani  
Rafael da Rocha Ribeiro  
Nelson A. Lisboa

**DOI 10.22533/at.ed.4421921026**

**CAPÍTULO 7 ..... 71**

USO DO XRF EM AMOSTRAS DE SOLO DA COMUNIDADE ILHA DIANA – SANTOS, SP

Larissa Felicidade Werkhauser Demarco  
Alexandre Muselli Barbosa  
Marcos Jorgino Blanco  
Amanda Figueredo Fonseca  
Leonardo Silveira Takase  
Luiza de Araújo João Sobrinho  
Felipe Ian Strapasson Saldias

**DOI 10.22533/at.ed.4421921027**

**CAPÍTULO 8 ..... 79**

VERIFICAÇÃO DA ADESÃO EM SOLO GRAMPEADO OBTIDA ATRAVÉS DE ENSAIOS DE ARRANCAMENTO COMPARADOS COM MÉTODOS EMPÍRICOS

Rodrigo Rogério Cerqueira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4421921028**

**CAPÍTULO 9 ..... 91**

PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS LINEARES DOS TIPOS RAVINA E BOÇOROCA

Gerson Salviano de Almeida Filho  
Geraldo Figueiredo de Carvalho Gama Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.4421921029**

**CAPÍTULO 10 ..... 100**

COMPARED BACKGROUND AND REFERENCE VALUES IN SOURCES OF CADMIUM-ENRICHED SOILS FROM BRAZIL

Fernando Machado de Mello  
Essaid Bilal  
Gustavo Neves  
Maria Eduarda Loureiro dos Reis Teodoro  
Thiago Peixoto de Araujo

**DOI 10.22533/at.ed.44219210210**

**CAPÍTULO 11 ..... 113**

CORRELAÇÕES DE RESISTÊNCIA PARA ALGUMAS ROCHAS METAMÓRFICAS DO ESTADO DE MINAS GÉRIAS, SUDESTE DO BRASIL

Klinger Senra Rezende  
Daniel Silva Jaques  
Eduardo Antônio Gomes Marques

**DOI 10.22533/at.ed.44219210211**

**CAPÍTULO 12 ..... 123**

CARACTERIZAÇÃO DAS FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SEDIMENTO SUPERFICIAL DOS RIOS ARACAÍ, CARAMBEÍ E GUAÇU NA CIDADE DE SÃO ROQUE/SP

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima  
Mainara Generoso Faustino  
Eddy Bruno dos Santos  
Tatiane Bernardino Seixas Carvalho da Silva  
Maria Aparecida Faustino Pires  
Marycel Elena Barboza Cotrim

**DOI 10.22533/at.ed.44219210212**

**CAPÍTULO 13 ..... 137**

ANÁLISE DAS RELAÇÕES IÔNICAS COMO PARTE DA ANÁLISE HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS À OESTE DO RIO GUANDU - BAIXADA FLUMINENSE - RJ

Isabela Martins Itabaiana  
Décio Tubbs Filho  
Patrick Aloe Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.44219210213**

**CAPÍTULO 14 ..... 147**

AValiação DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AURÁ (RMB) ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2018

Gilmar Wanzeller Siqueira  
Fabio Marques Aprile  
Arthur Araújo Ribeiro  
Alda Lucia da Costa Camelo  
Alzira Maria Ribeiro dos Reis  
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

**DOI 10.22533/at.ed.44219210214**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

AValiação DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA A CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO EM SALVADOR DO SUL – RS

Jauana Marilise do Nascimento Riegel  
Gabriel D'Ávila Fernandes  
Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
José Luiz Silvério da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.44219210215**

**CAPÍTULO 16 ..... 171**

AValiação DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS DE CONSUMO POTÁVEL NA CIDADE DE BELÉM-PA

Milene Pereira Mendes  
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.44219210216**

**CAPÍTULO 17 ..... 180**

DETERMINAÇÃO DA CURVA CHAVE PARA UM TRECHO DO RIO DA PRATA-RS

Franciele Priori  
Sara Regina Sperotto  
Taison Anderson Bortolin

**DOI 10.22533/at.ed.44219210217**

**CAPÍTULO 18 ..... 187**

EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SÃO PAULO, BRASIL

Gerson Salviano de Almeida Filho  
Zeno Hellmeister Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.44219210218**

**CAPÍTULO 19 ..... 198**

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL SOBRE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI ANTAS

Tuane de Oliveira Dutra  
Pedro Antonio Roehe Reginato  
Vinícius Menezes Borges  
Marcos Imério Leão  
Gustavo Barbosa Athayde

**DOI 10.22533/at.ed.44219210219**

**CAPÍTULO 20 ..... 208**

COMPARISON OF TWO TECHNOLOGIES APPLIED IN A MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT: PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS AND CYTOGENOTOXICITY EVALUATION

Thaís Dalzochio  
Fernando Hamerski  
Nicole Giovanna Gross  
Günther Gehlen

**DOI 10.22533/at.ed.44219210220**

**CAPÍTULO 21 ..... 216**

DANOS AO MEIO FÍSICO NA URBANIZAÇÃO DE SANTARÉM-PA: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SANTARENZINHO

Eduardo Francisco da Silva  
Arthur Iven Tavares Fonseca  
Anderson Conceição Mendes  
Fábio Góis da Mota

**DOI 10.22533/at.ed.44219210221**

**CAPÍTULO 22 ..... 225**

PREVISÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE CORTE E ATERRO

Christiane Ribeiro Müller  
Flávia Cauduro

**DOI 10.22533/at.ed.44219210222**

**CAPÍTULO 23 ..... 231**

ESTUDOS GEOTÉCNICOS COMO SUBSÍDIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E PROPOSIÇÃO DE TRILHAS INTERPRETATIVAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrick Aloe Teixeira  
José Miguel Peters Garcia  
Isabela Martins Itabaiana

**DOI 10.22533/at.ed.44219210223**

**CAPÍTULO 24 ..... 242**

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM LAVOURAS, ANÁLISE PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARI/RS

Bruno Zucuni Prina

Patrícia Ziani

Romario Trentin

**DOI 10.22533/at.ed.44219210224**

**CAPÍTULO 25 ..... 252**

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO DESMATAMENTO POR NDVI DO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ NOS ANOS DE 2007 E 2017

Juliana Fonseca Cardoso

Isabela Loiane Carvalho Teixeira

José Cicero Pereira Júnior

Taissa Nery Ferreira

Denison Lima Correa

**DOI 10.22533/at.ed.44219210225**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 259**

## EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SÃO PAULO, BRASIL

### **Gerson Salviano de Almeida Filho**

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas,  
Tecnólogo Civil, MSc  
(11) 3767-4643, gersaf@ipt.br

### **Zeno Hellmeister Júnior**

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas,  
Geólogo, MSc  
(11) 3767-4643, zenohell@ipt.br

**RESUMO:** A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio do Peixe – UGRHI 21 (Política Estadual de Recursos Hídricos – Lei 7663/91) do Estado de São Paulo, Brasil, corresponde, quase que integralmente, à bacia hidrográfica do Rio do Peixe. Possui uma área de 10.769 km<sup>2</sup>, da qual fazem parte 38 municípios, uma população estimada de aproximadamente 450 mil habitantes. A bacia apresenta graves problemas referentes à gestão dos seus recursos hídricos, sendo grande parte deles decorrentes de políticas ineficientes da má gestão do uso e ocupação do solo na área rural e urbana, da falta de recursos para melhoria das condições de drenagem e saneamento, da dificuldade de se implantar práticas de conservação do solo, entre outros. Em linhas gerais, conhecendo a situação da degradação, a partir de diversos estudos realizados anteriormente, observa-se que a erosão hídrica e assoreamento estão entre os graves problemas que afetam a Bacia do

Peixe. Uma de suas principais consequências é o carregamento de sedimentos para os cursos d'água que, com sua deposição, provocam o assoreamento dos rios, córregos, ribeirões, reservatórios de abastecimento e hidrelétrica, além de comprometer a quantidade e qualidade dessas águas. Este trabalho aborda um quadro amplo da suscetibilidade à erosão hídrica na bacia do Rio do Peixe.

**PALAVRAS-CHAVE:** Erosão do Solo; Rio do Peixe; Suscetibilidade à erosão.

**ABSTRACT:** The Water Resources Management Unit of Rio do Peixe - UGRHI 21 (State Policy for Water Resources - Law 7663/91) of the State of São Paulo, Brazil, corresponds, almost entirely, the Rio do Peixe catchment area. It has an area of 10,769 km<sup>2</sup>, which comprises 38 municipalities, and an estimated population of approximately 450 thousand inhabitants. The basin presents serious problems of the water resources management, most of them resulting from inefficient policies of poor land use and occupation management in rural and urban areas, lack of resources to improve drainage and sanitation conditions, difficulty in implementing soil conservation practices, among others. In general, the degradation situation, was identified in several previous studies, it is observed that water erosion and silting are among the serious problems that affect the Peixe Basin. One of its

main consequences is the transport of sediments to the watercourses that, through their deposition, provoke the silting up of rivers, streams, streams, reservoirs of supply and hydroelectric, as well as compromising the quantity and quality of these waters. This work deals with a comprehensive general framework of the susceptibility to water erosion in the Rio do Peixe basin.

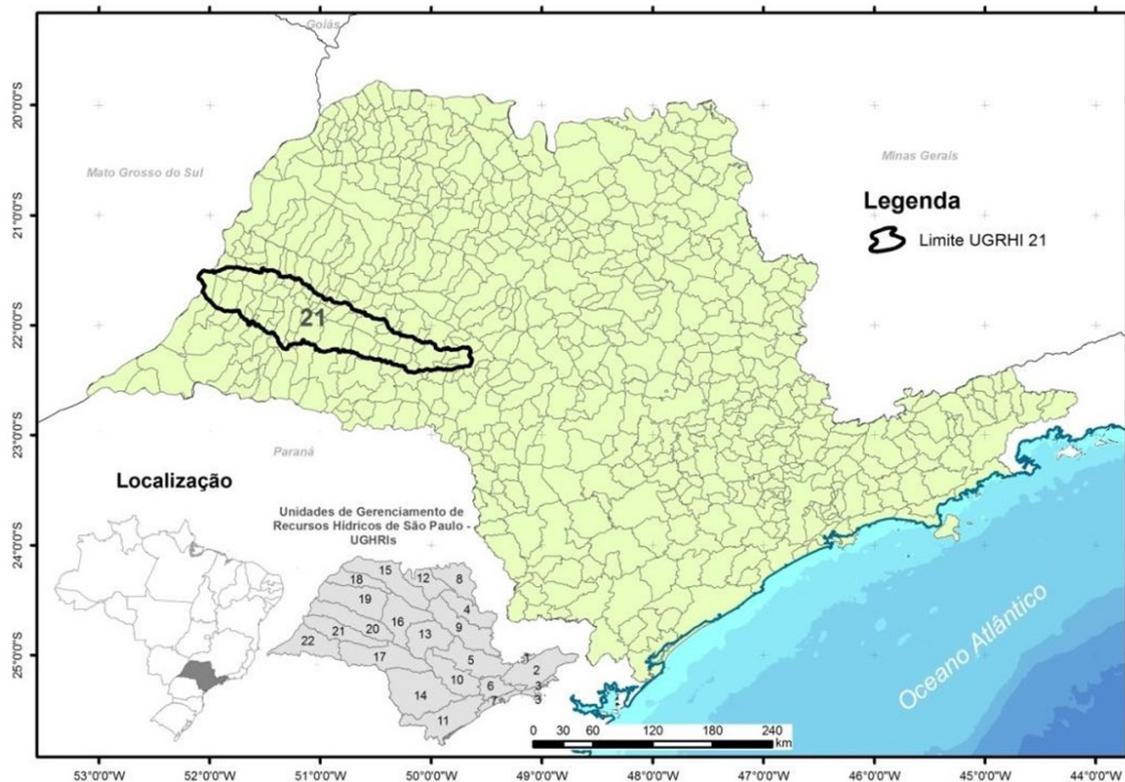
**KEYWORDS:** Soil erosion; Peixes's River; Erosion Susceptibility

## 1 | INTRODUÇÃO

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio do Peixe – UGRHI 21 (Política Estadual de Recursos Hídricos – Lei 7663/91) do Estado de São Paulo, Brasil, corresponde, quase que integralmente, à bacia hidrográfica do Rio do Peixe. Possui uma área de 10.769 km<sup>2</sup>, da qual fazem parte 38 municípios, uma população estimada de aproximadamente 450 mil habitantes (Figura 1).

A bacia apresenta graves problemas referentes à gestão dos seus recursos hídricos, sendo grande parte deles decorrentes de políticas ineficientes da má gestão do uso e ocupação do solo na área rural e urbana. Uma consequência das intervenções antrópicas sem planejamento adequado é a intensificação e aceleração do desenvolvimento de processos erosivos laminares e lineares (sulcos, ravinas e boçorocas), principalmente nas áreas de expansão urbana e nos terrenos menos favoráveis à ocupação, com declividades mais elevadas, configurando um quadro crítico quanto à degradação do solo.

Em linhas gerais, conhecendo a situação da degradação, a partir de diversos estudos realizados anteriormente, observa-se que a erosão hídrica e assoreamento estão entre os graves problemas que afetam a Bacia do rio do Peixe. Uma de suas principais consequências é o carreamento de sedimentos para os cursos d'água que, com sua deposição, provocam o assoreamento dos rios, córregos, ribeirões, reservatórios de abastecimento e hidrelétrica, além de comprometer a quantidade e qualidade dessas águas. A ocorrência destes fenômenos mostra-se sempre marcada por graves perdas econômicas e sociais.



**Figura 1** - Localização da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio do Peixe – UGRHI 21

Este trabalho aborda um quadro amplo da suscetibilidade à erosão hídrica na bacia do Rio do Peixe têm a finalidade de subsidiar e priorizar os estudos de planejamento a serem realizados pelo Comitê de Bacia do Rio do Peixe, para adoção de medidas preventivas e corretivas quanto aos processos erosivos, para a melhoria da quantidade e qualidade das águas, minimizando os impactos ambientais futuros nos recursos hídricos.

## 2 I CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

A área da bacia do Rio do Peixe está inserida no Planalto Ocidental, dentro da Bacia Sedimentar do Paraná. O relevo, pedologia, substrato geológico, que predomina na UGRHI-21 favorece a ocorrência de processos gravitacionais relacionados ao escoamento de águas pluviais na encosta e fundos de vale.

Na área em questão afloram as sequências mesozoicas constituídas pelos grupos São Bento, Caiuá e Bauru. Essa sequência estratigráfica adotada é resultante de trabalhos de síntese regionais proposta por Fernandes (1998), onde a Bacia Bauru está representada na área de estudo pelos grupos cronocorrelatos Caiuá e Bauru. O Grupo Caiuá está representado pelas formações Rio Paraná e Santo Anastácio e o Grupo Bauru pelas formações Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente e Marília (Membro Echaporã). A Formação Araçatuba foi observada apenas em um local, na margem direita do rio do Peixe próxima a Varpa, Distrito de Tupã. Ocorrem ainda rochas básicas associadas ao Grupo São Bento (Formação Serra Geral) e sedimentos

aluvionares quaternários associados às principais drenagens.

As rochas sedimentares, por apresentarem menor grau de coesão entre os minerais, apresentaram índices variando de Médio a Muito Alto em relação ao potencial de erosão. Tal intervalo ocorre devido à presença ou não de cimentação carbonática e de argilas. Rochas sedimentares maduras, sem tais preenchimentos, foram classificadas como sendo de Médio potencial à erosão. Enquanto rochas com menor maturidade textural, com conteúdo elevado de materiais facilmente transportáveis (silte, argila e carbonato) tanto em sua matriz como em estratos, receberam o índice de potencial erosivo Muito Alto.

A compartimentação geomorfológica da área foi feita com base nos trabalhos de IPT (1981) e ROSS e MOROZ (1997), no reconhecimento dos sistemas de relevo que nela ocorrem. As formas de relevo apresentam relações diretas com o desencadeamento dos processos erosivos, tanto regional quanto localmente, diferenciando o comportamento de cada um dos compartimentos de relevo ante os processos erosivos. Para tanto, foi elaborado um mapa por meio de compilação dos dados existentes em IPT (1981) e ROSS e MOROZ (1997), definindo as unidades geomorfológicas como morfoestruturais e morfoesculturais, considerando aspectos topográficos, declividades, amplitudes de encostas, linhas de drenagem, e definindo padrões, principalmente em decorrência das características geológicas locais.

De acordo com IPT (1981) a área de estudo faz parte do quadro das zonas de Áreas Indivisas e Planalto de Marília, integrantes do Planalto Ocidental. Na Zona das Áreas Indivisas predominam os relevos de colinas amplas (212) que se estendem desde a Zona do Planalto de Marília no Alto Peixe e se prolongam por grande trecho do Médio Peixe, passando a uma transição para colinas médias (213) nas regiões de Osvaldo Cruz, Sagres e a sudeste e nordeste de Presidente Prudente, nas regiões de Regente Feijó, Indiana e Martinópolis. Em seguida um relevo de morrotes alongados e espigões (234) se estende por uma grande área que vai de Presidente Prudente à região de Adamantina/Flórida Paulista.

O Planalto Ocidental ocupa praticamente 50% do estado de São Paulo e é representado por relevos de colinas amplas e baixas, com topos aplainados ou amplos, altitudes entre 300 e 600 metros e declividades inferiores a 20%. Predominam formas de dissecação média a alta, com vales entalhados e com densidade de drenagem média a alta, apresentando um nível de fragilidade potencial médio/alto a erosão.

Nos setores mais suaves desse compartimento, a erosão tende a ser, portanto, menos intensa ante o condicionante relevo. Enquanto que as áreas com relevo mais movimentado (colinas médias, morrotes alongados e espigões), são as maiores potencializadoras da ocorrência de erosão laminar, sulcos, ravinas e boçorocas.

Nas regiões de relevo mais enérgico, com colinas médias, morrotes alongados, espigões, e na cabeceira do rio do Peixe existem extensas áreas com escarpas. Estas formas de relevo potencializam o desenvolvimento de processos erosivos, uma vez que as rampas são relativamente longas e inclinadas, sendo frequentes as áreas de

cabeceiras de drenagem e linhas preferencias da concentração do fluxo d'água.

A pedologia é um importante condicionante dos processos de erosão laminar e em sulcos, ou mesmo das ravinas e boçoroca. Quando as boçorocas são geradas por processos subsuperficiais, a pedologia pode exercer influência indireta, como por exemplo, facilitando a recarga do aquífero (BARCELLAR, 2000).

Os vários tipos de solo existentes apresentam características naturais próprias e são, portanto, afetados de forma diversa pelos processos erosivos, fato que os configura com um condicionante da erosão. Uma vez que os solos são produto da alteração das rochas e guardam íntima relação com o relevo e precipitação, o meio físico propriamente dito é o condicionante natural da erosão.

As associações pedológicas que predominam na área de estudo, são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Eutróficos abrupticos ou não, Horizonte A moderado com textura arenosa média em relevo suave ondulado, ocupando cerca de 76% da área da bacia (PVA1 + PVA3). Os Argissolos apresentam gradiente textural entre os horizontes A e B, tornando-os altamente suscetíveis a erosões e sua rocha-mãe compreende os arenitos das formações Rio Paraná, Santo Anastácio, Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente e Marília. Ocorre em relevos constituídos por colinas médias, morrotes alongados e espigões e secundariamente em áreas de transição de colinas amplas a colinas médias. Os Argissolos ocupam maior área da bacia, estendendo-se desde suas cabeceiras até proximidades de Presidente Venceslau e Ouro Verde. Apresenta alta/muito alta suscetibilidade às erosões laminares e lineares quando associados a colinas médias e morrotes alongados e espigões. Em colinas amplas, apresentam moderada a alta suscetibilidade às erosões.

No geral, conclui-se que solos com textura arenosa apresentam maior erodibilidade devido ao fato de desagregarem mais facilmente que os solos com textura argilosa e muito argilosa. Quanto à classificação pedológica, solos do tipo Argissolos são, geralmente, mais suscetíveis à erosão que o do tipo Latossolos, pois o primeiro ocorre principalmente em topografia mais movimentada que o segundo e, além disso, apresentam um horizonte B textural, com maior concentração de argila, que representa uma “barreira” para a infiltração das águas, favorecendo o escoamento superficial e acelerando os processos erosivos. A distinção destes horizontes é muito importante, uma vez que os solos são classificados de acordo com a natureza de seus horizontes e das relações entre eles. Os Argissolos têm como características intrínsecas um alto potencial de erodibilidade e, sendo assim, é necessário que a ocupação, nas regiões de sua ocorrência, seja realizada de forma a prevenir a geração de processos erosivos, tendo-se o cuidado de evitar a exposição dos terrenos e a concentração do escoamento superficial.

Por outro lado, os Latossolos são, relativamente, menos erodíveis, mas podem sofrer erosões de grande porte, desde que induzidas por elevadas concentrações de águas superficiais, sem dissipação de energia, atingindo o lençol freático e formando boçorocas.

Na área há também a ocorrência da associação Latossolos Vermelhos Argissólicos ou não de textura média (LV-1 e LV-2). Essa unidade é proveniente de arenitos das formações Vale do Rio do Peixe, Santo Anastácio e Rio Paraná. Desenvolve-se principalmente em relevos de colinas amplas nas regiões: a sul de Quintana, de Herculândia; na margem esquerda da sub-bacia do Médio Peixe, e; em toda área que acompanha as planícies aluviais no Baixo Peixe e se estende até o ribeirão do Veado. Apresenta baixo-moderada suscetibilidade a erosão laminar e moderada suscetibilidade ao desenvolvimento de ravinas e boçorocas.

As planícies aluviais dos rios do Peixe e Paraná caracterizam-se por apresentar solos com pouco desenvolvimento morfo-pedológico, de idade recente, proveniente de sedimentos quaternários, sendo constantemente influenciado pela flutuação do nível do lençol freático e eventuais inundações. Desenvolvem-se, nestas áreas, Gleissolos Melânicos e Gleissolos Hápticos ambos com caráter álico, distróficos ou mesmo eutróficos podendo apresentar alta ou baixa atividade de argila; Neossolos Flúvicos eutróficos e distróficos; Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos ou Neossolos Quartzarênicos Órticos, também com diferentes condições de trofismo e atividade de argila; Planossolos Hidromórficos e Planossolos Hápticos além de Organossolos Fólicos, Organossolos Mésicos e Organossolos Hápticos, todos em área de várzea. (GX-1).

Os demais solos encontrados na área de estudo são de ocorrência muito restrita, como a associação de Argissolos Vermelho-Amarelo (PVA2) que ocorre a jusante da bacia do rio do Peixe, próximo à foz, em áreas planas, apresentando potencialidade moderada a baixa na questão de processo erosivo. A associação RQ1 (Neossolos Quartzarênicos) limita-se a um pequeno setor das planícies aluviais junto ao rio Paraná. São solos pouco desenvolvidos, profundos e excessivamente drenados. São pouco suscetíveis à erosão, uma vez que ocorrerem em relevos aplainados. Os Neossolos Litólicos (RL1) ocorrem nas áreas escarpadas e encostas sulcadas por vales paralelos que limitam o Planalto de Marília e onde os arenitos e conglomerados são cimentados por carbonato de cálcio, o que os torna resistentes e compactos. Apresentam alta suscetibilidade à erosão laminar e são altamente suscetíveis ao desenvolvimento de queda de blocos.

### **3 | SUSCETIBILIDADE DA EROSÃO HÍDRICA NA BACIA DO PEIXE**

Os fenômenos associados à formação das erosões são comandados por dois conjuntos de fatores ou condicionantes principais, sendo eles os naturais os quais se destacam como mais importantes a chuva, a cobertura vegetal, o relevo, os tipos de solos e o substrato geológico; e os antrópicos, como o desmatamento, a mineração e as formas de uso e ocupação do solo, que deflagram o processo erosivo imediatamente ou após certo intervalo de tempo (INFANTI JR e FORNASARI FILHO, 1998).

Conceitualmente, é importante distinguir os processos de erosão por escoamento laminar, dos processos de erosão linear acelerada que envolve a movimentação de grandes massas de solo e sedimentos, conhecidos no Brasil como sulcos, ravinas e boçorocas. Para não haver confusões quanto ao que cada conceito se refere, é necessário buscar uma fundamentação teórica dos autores que trabalham na área de erosão de solos com diferentes formações e, assim, deixar mais claro o que se entende por processos erosivos.

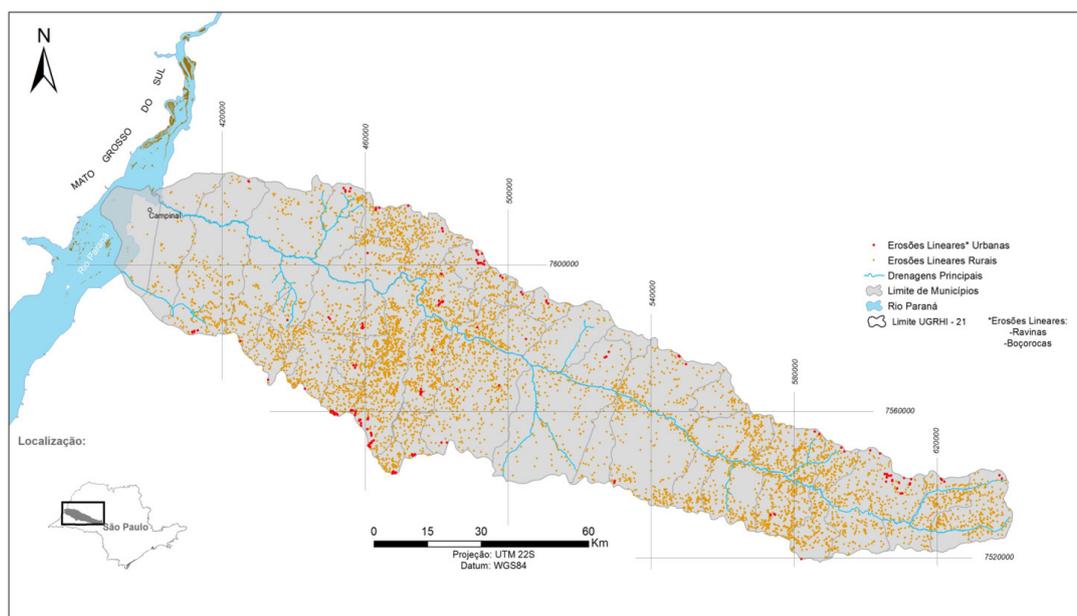
Na erosão laminar ou em lençol, o escoamento das águas pluviais pode formar pequenos filetes generalizados em extensas áreas, que resulta na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais de solo.

Sulcos são pequenas incisões em forma de filetes muito rasos representados por áreas onde ocorrem erosão laminar muito intensa.

A ravina é um sulco profundo no solo provocado pela ação erosiva da água de escoamento superficial concentrado, e que não pode ser combatido pelos métodos mais simples de conservação de solo.

Finalmente, o progresso do ravinamento atinge o lençol freático. Nesta etapa, intervêm processos ligados à circulação das águas de subsuperfície, fazendo com que o ravinamento atinja grandes dimensões e a forma passe a ser denominada boçoroca. As boçorocas são as mais graves porque envolvem mecanismos mais complexos, ligados aos fluxos superficiais e também subsuperficiais.

Em 2010/2011 foi desenvolvido no Estado de São Paulo o “Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo”, resultado de uma demanda do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, que possibilitou o aprofundamento do conhecimento a respeito dos processos erosivos no território paulista. Na bacia do rio do Peixe, foram cadastradas 165 erosões lineares urbanas (76 ravinas e 89 boçorocas) e 6825 rurais (1461 ravinas e 5364 boçorocas) Figura 2.



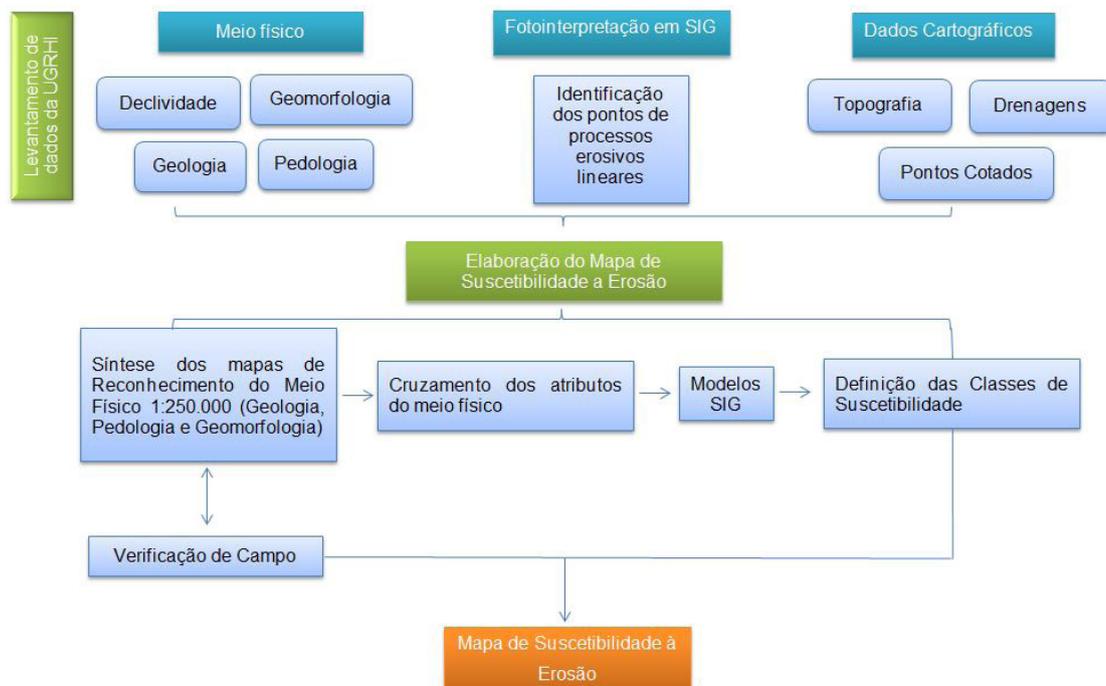
**Figura 2** - Localização dos pontos de processos erosivos lineares do tipo ravina e boçoroca, na

As erosões observadas na Bacia do rio Peixe têm como causa principal a ação antrópica inadequada em regiões com características fisiográficas favoráveis à ocorrência de processos erosivos. O agente deflagrador principal é a água de escoamento superficial que, na forma de fluxo concentrado, remove o solo superficial e de alteração. Na área de expansão urbana, a retirada desse solo superficial induz ao desenvolvimento de canais, que podem evoluir de forma remontante, quando sob interferência das águas de subsuperfície, especialmente as do lençol freático, formando boçorocas. As boçorocas são de difícil controle e necessitam de grandes investimentos para sua recuperação, pois para tanto, passam a ser necessárias intervenções (obras civis) de grande porte que visam o controle das águas superficiais e subsuperficiais, levando em consideração os aspectos da paisagem.

O impacto dos processos erosivos nos recursos hídricos manifesta-se por meio da produção de grande quantidade de sedimentos que contribuem para um incremento na carga fluvial, podendo intensificar os processos de assoreamento nos cursos d'água bem como em reservatórios de abastecimento e, conseqüentemente, favorecer a ocorrência de inundações nas áreas rurais e urbanas, devido à redução nas dimensões da calha do rio. Nos cursos d'água e reservatórios, ocorre o aumento da turbidez nos corpos d'água, devido ao aumento da quantidade de sedimentos em suspensão na água. O aumento na quantidade de sedimentos transportados leva ao aumento das despesas no tratamento de água para o consumo, além de prejudicar a vida de organismos aquáticos, pela diminuição da incidência da luz solar.

Para a elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão por sulco, ravina e boçoroca foi utilizado um método baseado na análise integrada do meio físico (geologia, geomorfologia e pedologia) e também correlacionando com o mapa de declividade para caracterizar as áreas com maior ou menor suscetibilidade.

A declividade revela relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética. Assim quanto maior a declividade mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética e maior é a velocidade das massas de água e sua capacidade de desenvolver erosão e o transporte de sedimentos. Na Figura 3 é apresentado o fluxograma de procedimentos para elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão.



**Figura 3** - Fluxograma de procedimentos do método.

Trata-se, portanto, de uma abordagem multicritério, que leva em consideração as características naturais do meio físico, o procedimento foi executado por meio de álgebra de mapas, em ambiente ArcGIS, com imagens RASTER de resolução espacial de 20 metros (Figura 4). Foram definidas quatro classes de suscetibilidade: Baixa (B), Média (M), Alta (A) e Muito Alta (MA). A seguir são apresentadas as principais características de cada classe:

### 3.1 Classe de Suscetibilidade Baixa (B)

Agrupam áreas planas, declividades de menor que 3 % associadas principalmente às planícies aluviais das principais drenagens, predominando solos da associação GX1, PVA2 e RQ1, praticamente livres de erosão. São áreas que prevalecem os processos de sedimentação/acumulação nas quais são comuns as ocorrências de assoreamentos e inundações (Foto 131).

### 3.2 Classe de Suscetibilidade Média (M)

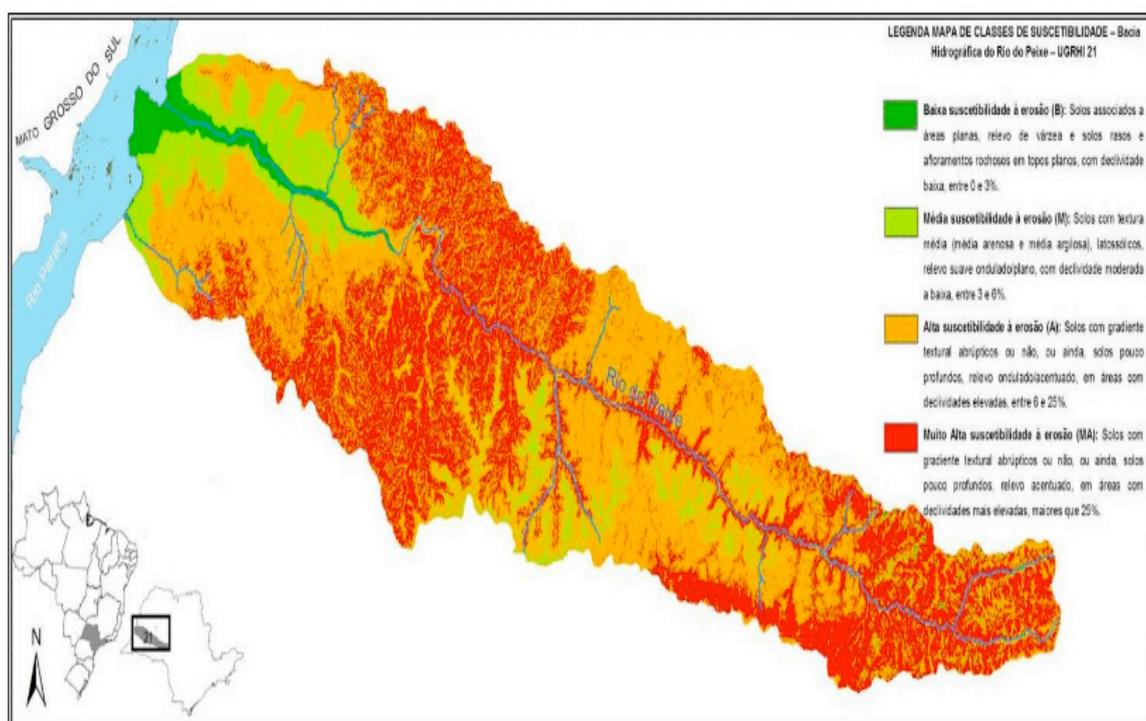
Agrupam áreas com relevo suave ondulado, declividades inferiores a 6 %, predominando solos da associação LV1 e LV2. Esta classe diferencia-se da anterior por apresentarem solos diferentes em classes de declividade mais elevada. Em função dessas características, a erosão laminar é moderada nas encostas que também apresentam sulcos e ravinas.

### 3.3 Classe de Suscetibilidade Alta (A)

Agrupam áreas com relevo ondulado/suave ondulado, predominando declividades superiores a 12 %, predominando solos da associação PVA1 e PVA3. Esta classe diferencia-se da anterior por apresentarem solos diferentes em classes de declividade mais elevada. Em função dessas características, a erosão laminar e linear é acentuada.

### 3.4 Classe de Suscetibilidade Muito Alta (MA)

Agrupam áreas com relevos de Morrotes Alongados, encostas não escarpadas e escarpas, na qual se desenvolvem predominantemente solos pouco profundos (Argissolos abruptos, Cambissolos e Neossolo Litólicos), predominando declividades superiores a 50 %. Em geral apresenta um relevo muito dissecado, favorecendo a concentração do escoamento superficial e provocando o surgimento de feições erosivas lineares (ravina e sulco) e a erosão laminar muito intensa. Nas áreas de afloramentos rochosos em relevos de morrotes e escarpas, em declividades superiores a 50 % ocorrem escorregamentos planares de solos, rocha e queda de blocos.



## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos erosivos na bacia do rio do Peixe tem como causa principal a ação antrópica inadequada, favorecidos por certos fatores naturais, principalmente relacionados à cobertura pedológica, relevo e, de modo indireto, ao tipo de substrato geológico. Como já referido, o agente deflagrador principal é a água de escoamento superficial que, na forma de fluxo concentrado, remove o solo superficial e de alteração e, na área de expansão urbana, a retirada desse solo superficial induz o

desenvolvimento de canais, que podem evoluir remontante, quando sob interferência das águas subsuperficiais, especialmente as do lençol freático.

Do ponto de vista econômico, os processos erosivos em questão acarretam perdas consideráveis de áreas produtivas, tais como pastagens e culturas diversas. Além disso, geram danos ambientais sérios, pois vêm assoreando de forma considerável trechos da drenagem a jusante.

Assim, as áreas da bacia que apresentam as maiores suscetibilidade à erosão do solo deverão ser objeto de mapeamentos de maior detalhe, a fim de subsidiar os estudos de planejamento e viabilizar projetos de práticas conservacionistas, minimizando os impactos ambientais futuros. Cabe destacar a importância desse estudo para o Comitê da Bacia do rio Peixe para o planejamento e investimentos em relação aos processos erosivos e assoreamento.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os Autores gostariam de agradecer a Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas – FIPT e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo pelo apoio recebido.

## REFERÊNCIAS

- BACELLAR, L. DE A. P. 2000. **Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na bacia do rio Maracujá, Ouro Preto, MG.** Tese (Doutorado em ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- FERNANDES, L. A. 1998. **Estratigrafia e Evolução Geológica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil).** 1998. 216f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- INFANTI JUNIOR, N.; FORNASI FILHO N.; 1998. **Processos de Dinâmica Superficial.** In: Geologia de Engenharia. Santos, A, M dos, Oliveira, S. N A. de B. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT; 2012. **Cadastramento pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo.** São Paulo. (IPT. Relatório 131 057 - 205).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- IPT; 1981. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1.000.000.** São Paulo: IPT, 1981. Publicação IPT 1183, Monografia, 5. 2v.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT; 2017. **Mapa de potencialidade das terras à produção de sedimentos.** Área Piloto: Unidade de gerenciamento de recursos hídricos do rio do Peixe (UGRHI 21). São Paulo. (IPT. Relatório 149 680 - 205).
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. 1997. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** 1997. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia – Departamento de Geografia-FFLCH/USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada – IPT/FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1997. Escala 1:500.000.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

### **Felipe Santana Machado**

Felipe é professor de biologia, especialista em morfofisiologia animal e gestão ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais. Participa do grupo de pesquisa CNPq “Diversidade, Sistemática e Biogeografia de Morcegos Neotropicais” como colaborador.

### **Aloysio Souza de Moura**

Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-144-2

