

# Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo

Erodibilidade, erosividade, declividade, suscetibilidade aos processos geomórficos dominantes, grupos hidrológicos dos solos e suscetibilidade ambiental



Marcio Rossi ■ Marco Aurélio Nalon ■ Marina Mitsue Kanashiro

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
Rodrigo Garcia – Governador

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE  
Fernando Chucre – Secretário

SUBSECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
Eduardo Trani - Subsecretário

INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS  
Marcelo Gomes Sodré – Coordenador

DEPARTAMENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO  
Marco Aurélio Nalon – Diretor

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
Emerson Alves da Silva – Diretor

DEPARTAMENTO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO  
Mutue Toyota Fujii – Diretor



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

# Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo

Erodibilidade, erosividade, declive, suscetibilidade aos processos geomórficos dominantes, grupos hidrológicos dos solos e suscetibilidade ambiental



Marcio Rossi ■ Marco Aurélio Nalon ■ Marina Mitsue Kanashiro

® INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS

Avenida Professor Frederico Hermann Jr. 345, São Paulo SP 05459 010

Unidade Horto Florestal

Rua do Horto, 931, São Paulo SP 02377-000 - Fone: (11) 2231-8555

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa>

email: [ipa.ndc@sp.gov.br](mailto:ipa.ndc@sp.gov.br)

[ipa.npc@sp.gov.br](mailto:ipa.npc@sp.gov.br)

CRÉDITOS

**CARTOGRAFIA DIGITAL**

Marina Mitsue Kanashiro

**PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO**

Marina Mitsue Kanashiro

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

**REVISÃO DE TEXTO**

Yara Cristina Marcondes

**REVISÃO TÉCNICA**

Isabel Fernandes de Aguiar Mattos

Marcos Roberto Pinheiro

Ricardo Marques Coelho

**FOTOGRAFIAS**

Capa: erosão no município de Bauru (Marcio Rossi, 2007)

Antonio Gonçalves Pires Neto

Antonio Manoel dos Santos Oliveira

César Canhadas

Isabel Fernandes de Aguiar Mattos

Marcio Rossi

Imagens de satélite Google Earth Image © 2022 Maxar Technologies

Setembro de 2022

Permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, desde que citada fonte.

**CITAÇÃO**

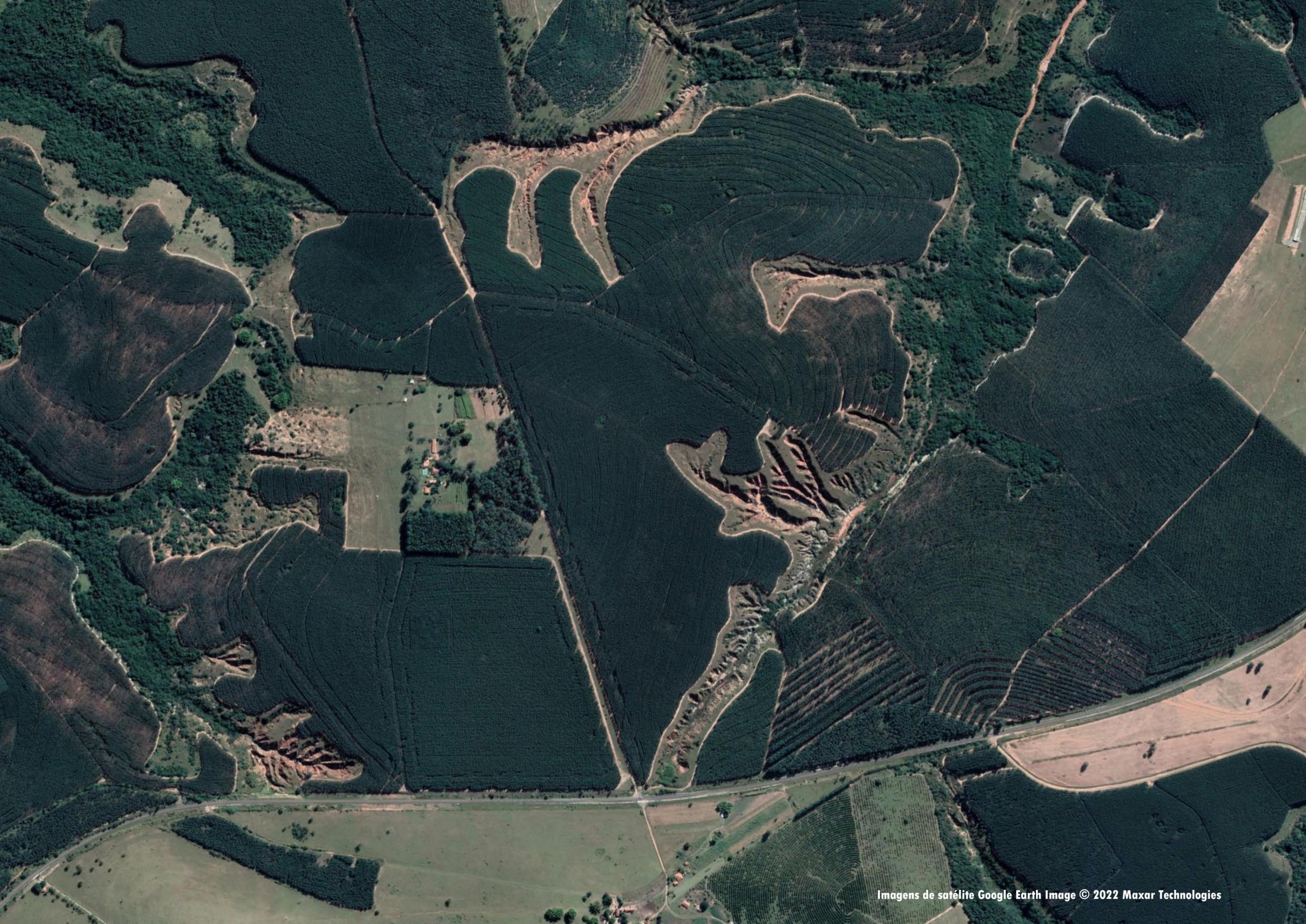
ROSSI, M.; NALON, M. A.; KANASHIRO, M. M. 2022. **ATLAS DE SUSCETIBILIDADES DOS SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Ambientais, 2022. V.1. 99p. (inclui Mapas)

S446a	São Paulo (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Subsecretaria do Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Ambientais. Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo / Marcio Rossi, Marco Aurélio Nalon, Marina Mitsue Kanashiro. - São Paulo: SIMA/IPA, 2022. 99p.: il. Color; mapas. 29,7 x 42,0 cm  Publicação on-line ISBN: 978-65-996417-4-9 DOI: 10.5935/978-65-996417-4-9.B0001  1. Planejamento 2. Erodibilidade 3. Erosividade 4. Processos geomórficos 5. Suscetibilidade ambiental 6. Classes hidrológicas. I Título  CDU: 631.4(815.6)
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca IPA-Unidade Horto Florestal

Bibliotecária: Penha Inês Cestini Gouveia CRB-8/9880

Disponível também em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa/atlas-de-suscetibilidades-dos-solos-do-estado-de-sao-paulo/> e <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>





## A SIMA

**A** SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE (SIMA) tem o objetivo de conduzir, de forma sustentável, o desenvolvimento socioeconômico em todo o território de São Paulo, por meio da gestão sistêmica das Políticas Estaduais de Meio Ambiente e Infraestrutura.

A Secretaria, neste quadro, é responsável pela execução das atividades nas áreas de planejamento ambiental territorial, proteção das unidades de conservação, preservação da flora e da fauna, promoção da restauração ecológica, monitoramento e fiscalização ambiental, controle e fiscalização da qualidade da água, ar e solo, pesquisa ambiental e educação ambiental.

Para tanto, busca-se um alinhamento com os diversos acordos adotados pela comunidade internacional para aprimorar o desenvolvimento sustentável do Estado: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o Acordo de Paris, a Nova Agenda Urbana, o Quadro de Sendai para Redução do Risco de Desastres, a Agenda de Ação Adis Abeba, o Marco Global para a Biodiversidade Pós-2020.

A conservação dos recursos naturais passa por distintas etapas e inclui a construção do conhecimento científico nos diversos temas ambientais e a espacialização desses conhecimentos. Os solos, seus atributos, suas potencialidades e restrições são elementos fundamentais para atendimento às questões de conservação e de preservação ambiental, que se reflete em ações de proteção da biodiversidade e dos benefícios a ela associados para o bem-estar humano.

Esta publicação - Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo - fornece subsídios para a tomada de decisões na implantação de políticas públicas e se constitui em importante instrumento para o planejamento do desenvolvimento sustentável em nosso Estado, ao fornecer sustentação à ocupação do território com base na identificação dos principais processos de suscetibilidade ambiental.

Fernando Chucre  
Secretário de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo

# Apresentação

**P**rogramas e projetos ambientais que visem à conservação e a preservação dos ecossistemas e da biodiversidade são pontos fortes dentro da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. O “Atlas de suscetibilidade dos solos do Estado de São Paulo” apresenta grande leque de informações atualizadas sobre os atributos dos solos e dos principais processos geotécnicos a que estão potencialmente submetidos. A disponibilização e utilização desse conhecimento constituem importantes ferramentas de decisão nas políticas públicas desenvolvidas pelo governo, como subsídio ao ente público, às instituições privadas, organizações não governamentais e instituições de ensino e pesquisa para o diagnóstico, planejamento, fiscalização, pesquisa, ensino e gestão ambiental.

O cenário atual de Mudanças Climáticas nos remete à fragilidade de nossas paisagens e ao grande trabalho que temos por fazer, no que tange à conservação e restauração dos ecossistemas, para que o Estado de São Paulo atinja suas metas de mitigação e adaptação acordadas globalmente.

Desse modo, essa busca por novos conhecimentos e a agregação de dados em bancos de informação, como neste trabalho, contribui com o planejamento estratégico do Estado, especialmente com o Plano de Ação Climática (PAC).

O aumento da resiliência a partir dos programas AgroLegal e ReflorestaSP, concorre para o cumprimento de metas de restauração socioambiental relacionadas aos solos e sua suscetibilidade aos processos erosivos, com vistas à melhoria da produtividade agrícola e do bem-estar social.

Desta forma, este importante trabalho traz conteúdo científico para embasar decisões nas ações que envolvem a área ambiental para a sua conservação, preservação e recuperação, ao mapear todo o território paulista com dados atualizados de solos e propiciar a interpretação das áreas suscetíveis aos processos geomórficos, sempre com o intuito de aperfeiçoar a atuação do Poder Público.

Eduardo Trani  
Subsecretário de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo



# Apresentação

**A**pós a edição do Mapa Pedológico em 2017, verificou-se a necessidade de apresentação de mapas com a interpretação dos atributos dos solos frente sua suscetibilidade aos agentes intempéricos. Assim, os trabalhos de compilação e interpretação face aos novos delineamentos e tipos de solos identificados para o Estado foram iniciados. Transcorreram cinco anos de construção do conhecimento para o desenvolvimento do Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo, que inclui informações de erodibilidade, erosividade, suscetibilidade aos processos geomórficos e classificação por grupos hidrológicos. De ampla envergadura, a publicação fornece base confiável de informações para o planejamento das áreas protegidas, licenciamento e fiscalização do Sistema Ambiental Paulista, como também subsidia políticas públicas das demais Secretarias estaduais, com vistas à resolução de problemas relacionados à utilização inadequada do solo, tanto em termos agrícolas ou ambientais como urbanos.

Os mapeamentos de suscetibilidade erosiva apresentados no Atlas trazem uma abordagem que facilita a tomada de decisão para as políticas públicas, além de fornecer um rol de informações novas para as áreas de engenharia, agricultura, silvicultura e pecuária. Essas informações, cientificamente consistentes, são fundamentais para o planejamento governamental do uso da terra em escala regional ou local, com fins agrícolas, geotécnicos, urbanos e industriais. De igual relevância, é seu uso como material didático para o ensino da ciência do solo para a agronomia, geologia, ecologia, geografia e engenharia, entre outros campos.

O Atlas apresenta interpretações e informações do meio físico, com definição das áreas com diferentes suscetibilidades aos principais processos geomórficos que ocorrem no Estado de São Paulo e fotografias que ilustram os processos na paisagem, estruturados em três temas principais: mapa de solos, suscetibilidade aos processos geomórficos dominantes e suscetibilidade erosiva hídrica e do meio físico.

De forma inovadora, a publicação trouxe tabelas, quadros explicativos e mapas sinóticos para facilitar as interpretações nos temas abordados, com a disponibilização de todo o material digital nos formatos de SHP, KMZ e PDF para o público, sem qualquer custo.

Este trabalho se configura, sem dúvida alguma, no cumprimento de um importante papel do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) na construção e na divulgação do conhecimento científico para apropriação pela sociedade.

Marcelo Gomes Sodré

Coordenador do Instituto de Pesquisas Ambientais





# SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	iv
INTRODUÇÃO .....	1
PROCEDIMENTOS GERAIS .....	2
Figura 1. Localização da área de estudo.	2
CAPÍTULO 2 .....	4
O MAPA DE SOLOS .....	5
Figura 2. Localização das referências utilizadas e áreas retrabalhadas na atualização dos delineamentos e legenda do mapa pedológico.	5
Figura 3. Exemplo do acréscimo de informação e detalhamento nos delineamentos apresentados no mapa pedológico, região de Tupi-Piracicaba.	5
Figura 4. Exemplo do acréscimo de informação e detalhamento nos delineamentos apresentados no mapa pedológico, região de Jundiá.	6
Figura 5. Exemplo do acréscimo de informação e detalhamento nos delineamentos apresentados no mapa pedológico, região de São José do Rio Preto.	6
Quadro 1. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Argissolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos.	7
Quadro 2. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Cambissolos Húmicos e Háplicos.	10
Quadro 3. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Chernossolos Argilúvicos, Espodossolos e Gleissolos Tiomórficos, Sállicos, Melânicos e Háplicos.	11
Quadro 4. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Latossolos Brunos e Amarelos.	13
Quadro 5. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Latossolos Vermelhos.	14
Quadro 6. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Latossolos Vermelho-Amarelos e Luvissolos Háplicos.	16
Quadro 7. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Neossolos Litólicos, Flúvicos e Quartzarênicos.	18
Quadro 8. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Nitossolos Vermelhos, Organossolos Tiomórficos e Háplicos, Planossolos Háplicos, Plintossolos Pétricos e Afloramento Rochoso.	20
Figura 6. Mapa pedológico do Estado de São Paulo (2022).	21
CAPÍTULO 3 .....	22
SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS GEOMÓRFICOS DOMINANTES .....	23
Erosão por Ravinas e Voçorocas .....	26
Quadro 9. Síntese das unidades de mapeamento de solos do Estado de São Paulo: relevo, geologia e suscetibilidade aos processos de ravinas e voçorocas.	28
Figura 7. Suscetibilidade à formação de ravinas no Estado de São Paulo.	31
Figura 8. Suscetibilidade à formação de voçorocas no Estado de São Paulo.	32
Tabela 1. Ocorrência de erosões por subordem de solos, de acordo com a criticidade apresentada por IPT (2012)	33
Movimentos de massa .....	34





Figura 9. Suscetibilidade à ocorrência de movimento de massa no Estado de São Paulo.	36
Encharcamento/assoreamento/inundação/recalque .....	38
Figura 10. Suscetibilidade ao encharcamento e assoreamento no Estado de São Paulo.	40
Figura 11. Suscetibilidade à inundação no Estado de São Paulo.	41
Figura 12. Suscetibilidade ao recalque/subsidência no Estado de São Paulo.	42
Afundamento cárstico.....	44
Figura 13. Suscetibilidade ao afundamento cárstico no Estado de São Paulo.	45
Tabela 2. Área em hectare e porcentagem da suscetibilidade aos processos avaliados no Estado de São Paulo.	46
Grupos Hidrológicos de Solos.....	48
Tabela 3. Área em hectare e porcentagem, correspondente às classes do grupamento hidrológico avaliadas para o estado de São Paulo.	50
Figura 14. Classes de Grupo Hidrológico de solo saturado para as unidades de mapeamento.	51
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>52</b>
<b>SUSCETIBILIDADE EROSIVA HÍDRICA E DO MEIO FÍSICO NO ESTADO DE SÃO PAULO.....</b>	<b>53</b>
Erodibilidade .....	53
Tabela 4. Classes de erodibilidade apresentadas na literatura, por unidade e por classificação qualitativa a partir do Índice K.	54
Tabela 5. Interpretação para os solos e sua classe de erodibilidade, utilizando índice K médio (adaptado da bibliografia).	55
Tabela 6. Classe de erodibilidade dos solos com área e porcentagem de ocorrência para o Estado de São Paulo	55
Quadro 10. Interpretação para as unidades de mapeamento de solos e sua classe de erodibilidade (adaptado da literatura), utilizando a legenda do mapa pedológico do estado de São Paulo de Rossi (2017) atualizada.	57
Figura 15. Erodibilidade dos solos do Estado de São Paulo.	58
Erosividade (R) .....	60
Figura 16. Distribuição dos postos pluviométricos utilizados.	62
Figura 17. Número de postos pluviométricos por bacia hidrográfica utilizados para elaboração do índice de erosividade.	63
Figura 18. Índice de erosividade (EI), mínimo, máximo e médio, por bacia hidrográfica, por ano.	63
Tabela 7. Postos meteorológicos e dados utilizados para a obtenção do mapa de erosividade. (período utilizado 1971-1993; n° de anos observados = 22 anos).	64
Quadro 11. Predomínio de classes de erosividade por área de ocorrência, agrupadas por subordens de solo no Estado de São Paulo (em negrito as classes dominantes).	66
Figura 19. Erosividade das chuvas para o Estado de São Paulo.	67
Classes de Declividade .....	68
Quadro 12. Relação entre inclinação das vertentes, processos de erosão e deposição mais frequentes e seus efeitos, potencialidade de usos e susceptibilidade à ocupação.	68
Figura 20. Mapa de classes de declividade do Estado de São Paulo.	69
Potencial de suscetibilidade dos solos aos processos erosivos hídricos (Processo Quantitativo).....	71
Figura 21. Potencial de suscetibilidade erosiva hídrica do solo mostrando o detalhamento estabelecido devido, principalmente, às classes de declividade, em parte da bacia do Piracicaba/Capivari/Jundiá.	71
Figura 22. Potencial de suscetibilidade erosiva hídrica do solo (erodibilidade x erosividade x declividade).	73
Suscetibilidade do meio físico baseada na unidade de mapeamento pedológico (Processo Qualitativo) .....	74
Tabela 8. Síntese dos atributos e potencial de ocorrência dos processos analisados.	76
Figura 23. Suscetibilidade ambiental com base no mapa pedológico.	91

CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	92
BIBLIOGRAFIA .....	93
APÊNDICE 1 – MAPA PEDOLÓGICO E SUSCETIBILIDADES.....	98
APÊNDICE 2 – DESCRIÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NO SHAPEFILE .....	99



**Escorregamentos nas altas vertentes do Parque Estadual da Serra do Mar,  
região de Caraguatatuba, em Neossolos Litólicos e Cambissolos**  
(foto: Marcio Rossi - 1999)

# CAPÍTULO 1

# INTRODUÇÃO

Marcio Rossi

Marco Aurélio Nalon

Marina Mitsue Kanashiro

O histórico de uso e ocupação do território no Estado de São Paulo fez com que as informações do meio ambiente, particularmente as pedológicas, tivessem um crescimento intenso e ocupassem valor estratégico no planejamento de áreas. A disponibilização e utilização desses dados permite seu uso em políticas públicas e na geração de novas informações para o aumento do conhecimento e direcionamento das atividades ou das políticas de ocupação e manejo.

As transformações resultantes do complexo histórico de ocupação do solo, sistemas de ocupação, tipos e grupos de produtos incentivados, incluindo suas inovações tecnológicas, principalmente no que tange ao agronegócio e suas derivações, imprimem alterações por vezes significativas ao ambiente e ao seu comportamento, no que se refere às relações solo/água. Desse modo, o uso intensivo, principalmente de atividades que degradam ou que expõem os solos em épocas de chuvas intensas, ou ainda na ausência de cobertura vegetal, podem ocasionar estragos devido ao desencadeamento ou aceleração dos processos erosivos e seus depósitos correlativos, resultando em alteração da qualidade e quantidade de água e assoreamento de cursos e reservatórios, além do dano em si, causado pela cicatriz erosiva (Goldman, Jackson e Bursztynsky, 1986; Lepsch, 1993; Silva, 2002; Valério Filho, 1994; Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

Nesse contexto, atualizamos o mapa pedológico do Estado e procuramos avaliar os solos, interpretando os atributos pedológicos juntamente com elementos do relevo e da litologia, de forma a produzir mapas de suscetibilidade dos solos aos processos geomórficos e fornecer informações para a tomada de decisão em planejamentos regionais e políticas públicas, sendo que os processos utilizam, como insumo de energia, o relevo e a precipitação, sempre com dados históricos e avaliados a partir de décadas, atuando nos solos e suas características. Assim, a chuva passa a ser o principal elemento climático que interfere no processo de erosão hídrica, enquanto os diferentes atributos pedológicos passam a atuar como fatores importantes nas questões de erodibilidade dos solos. O índice de erodibilidade (fator K da equação universal de perda de solos – USLE, proposta por Wischmeier e Smith, 1978) aborda a perda de solo medida em Mg ha<sup>-1</sup>, enquanto o índice de erosividade das chuvas (fator R da USLE) é o potencial deflagrador (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

Diversos trabalhos retratam as questões de erodibilidade, erosividade e suscetibilidades dos solos e atribuem valores e intervalos para sua classificação. Aqui, optou-se por avaliar não só esses elementos individualmente, como também inferir e interpretar dados de forma isolada ou agrupada fornecendo informações de suscetibilidade (ou seja, propensão ao desenvolvimento de determinado processo) que pudessem direcionar o planejamento e manejo de áreas (como diretrizes gerais), principalmente em suas fases iniciais, não dispensando medidas e ensaios específicos nos casos de elaboração e implantação de projetos e obras.

Da mesma maneira, detectou-se a necessidade de espacializar os grupos hidrológicos de solos saturados, classificação esta aplicada em pequenas e médias bacias hidrográficas e importante instrumento no

planejamento de ações e projetos que envolvam a estimativa do volume de água do escoamento superficial no nível regional, sendo que, para projetos específicos em nível local, recomenda-se que o usuário desenvolva mapeamentos ou identificações mais precisas e detalhadas.

Assim, objetivou-se sistematizar e agrupar as informações pertinentes à erodibilidade e erosividade, buscando sintetizá-las na elaboração de mapeamento da suscetibilidade dos solos do Estado de São Paulo aos processos erosivos, partindo-se da base pedológica, utilizando dados consistentes de erodibilidade dos solos, de erosividade das chuvas e da energia do relevo. Concomitante a isso foram utilizadas informações pré-existentes para a avaliação do comportamento erosivo dos solos, já apontados pela bibliografia como importantes no Estado, indicando as potenciais limitações para o uso e ocupação.

Conseqüentemente, são apresentados nos capítulos a seguir: mapas dos solos, da suscetibilidade potencial à erosão por ravinas, voçorocas, movimentos de massa, assoreamento, inundação, recalque, subsidência, afundamento cárstico, além de indicar os grupamentos hidrológicos dos solos e a suscetibilidade ambiental. Além disso, são expostas fotografias dos principais processos identificados. Esses materiais se encontram ao longo do texto e em um painel com todos os mapas em formato pdf, identificados no Apêndice 1.

Todo o material produzido encontra-se disponibilizado no sítio do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa/atlas-de-susctibilidades-dos-solos-do-estado-de-sao-paulo/>, nos formatos *shapefile*, *raster* e *pdf*, e no portal DATAGEO, de Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo (IDEA-SP) – Base Territorial Ambiental Unificada, do Sistema Ambiental Paulista, no endereço, <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>, para consulta e *download*. No Apêndice 2 encontra-se um descritivo dos campos apresentados no *shapefile*.

## PROCEDIMENTOS GERAIS

O Estado de São Paulo é uma unidade federativa que possui área territorial de 24.822.199 ha, localizada na região Sudeste do Brasil, abrangendo as coordenadas 19° 45' a 25° 15' Lat. S. e 44° 15' e 53° 15' Long. W. (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da área de estudo.

Foram utilizados, para definir os limites dos mapas apresentados para o Estado de São Paulo, ortofotos da EMLASA do ano de 2010/2011, com resolução espacial de 1 m, a partir de interpretação visual. Cabe lembrar que foram incorporadas as ilhas oceânicas e de represas ao mapeamento.

Os mapas foram desenvolvidos em ambiente SIG, utilizando-se o ArcGis 10.8.1. Optou-se pelo sistema de coordenadas geográficas, Datum SIRGAS 2000 na manipulação e vetorização dos dados, para o delineamento dos polígonos de solos. Para o cálculo de áreas, utilizou-se a Projeção Cônica de Áreas Iguais de Albers, indicado por Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2019), como a projeção apropriada para este fim.



Como base de dados, foi utilizado o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado (Rossi, 2017), com ajustes e inclusão de novas informações e delineamentos, gerando um mapa mais atualizado, por processo de compilação, adotando os procedimentos de elaboração de Rossi (2017) e seguindo o estabelecido em Santos et al. (2018). Partiu-se das 247 unidades de mapeamento, aqui ampliadas para 260, que delineiam os tipos de solos e, posteriormente, foram utilizados os diversos atributos associados a estas unidades tais como, textura (granulometria), profundidade, permeabilidade (infiltração) e relação textural entre os horizontes, relevo e litologia, para estabelecer as classes de suscetibilidades aos processos

geomórficos, adaptando as proposições de Ross (1990) e Mattos et al. (1996). Com base nessas informações, realizou-se uma análise qualitativa e comparativa das unidades, gerando mapas de erosão por ravinas, voçorocas, movimentos de massa, encharcamento, assoreamento, inundação, recalque, subsidência e afundamento cárstico, adotando-se as classes de suscetibilidade muito alta, alta, média, baixa e muito baixa, além de avaliar e espacializar os grupos hidrológicos de solos para o Estado de São Paulo, seguindo as diretrizes e ajustes apontados por Sartori (2010).



Concomitantemente, buscou-se na literatura mapas e dados de erosividade das chuvas (índice R) e erodibilidade dos solos (índice K) que abrangessem o todo ou a maior parte do Estado de São Paulo para estabelecer parâmetros e classificações, que permitissem a elaboração de mapas com posterior cruzamento e definição de suscetibilidades. Mapas e dados de processos geomórficos também foram avaliados e reinterpretados frente à nova base de dados utilizada.

Para a erodibilidade dos solos, utilizou-se da média dos dados de índice K, ofertados na literatura (Freire e Pessotti, 1974; Lombardi Neto e Bertoni, 1975; Bertoni, Lombardi Neto e Benatti, 1975; Denardin, 1990; Silva, 1993; Marques et al., 1997; Bertoni e Lombardi Neto, 1999; Nogueira, 2000; Mannigel et al., 2002; Fujihara, 2002; Bertol et al., 2002, 2007; Silva e Alvares, 2005; Farinasso et al., 2006; Ribeiro e Alves, 2007; Silva et al., 2009; Arraes et al., 2010; Schick et al., 2014; Demarchi e Zimback, 2014; e Di Raimo et al., 2019), para posterior sistematização em classes interpretativas (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta), sendo que classes intermediárias foram agrupadas nas cinco composições apresentadas.

Para a erosividade das chuvas, utilizaram-se diversos índices definidos por Bertoni e Lombardi Neto (1999), Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), Sant'Anna Neto e Barrios (1992) e Sant'Anna Neto (1995), e partiu-se da espacialização elaborada por Sant'Anna Neto (1995), seguindo procedimentos estabelecidos em Vieira e Lombardi Neto (1995), utilizando os dados dos postos meteorológicos do DAEE.

O mapa de classes de declive foi elaborado para definir a suscetibilidade aos processos geomórficos quanto à ocupação, adaptando as classes e as informações de Pires Neto et al. (2005, 2007), IBGE (2009), Rossi et al. (2009) e Santos et al. (2018).

Uma análise quantitativa com cruzamento de mapas (erodibilidade x erosividade x declive), por meio de modelagem de integração, utilizando algoritmos de álgebra de mapas do programa ArcGis, resultou em um mapa de suscetibilidade dos solos aos processos de erosão hídrica com as classes muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Por fim, um quadro síntese dos atributos avaliados e das classes de suscetibilidade foi elaborado, permitindo estabelecer classes de suscetibilidade ambiental, pela simples análise e interpretação dos elementos associados.



**Escorregamento e rastejo em Latossolos, Paraibuna**  
(foto: Isabel Fernandes de Aguiar Mattos, 2022)



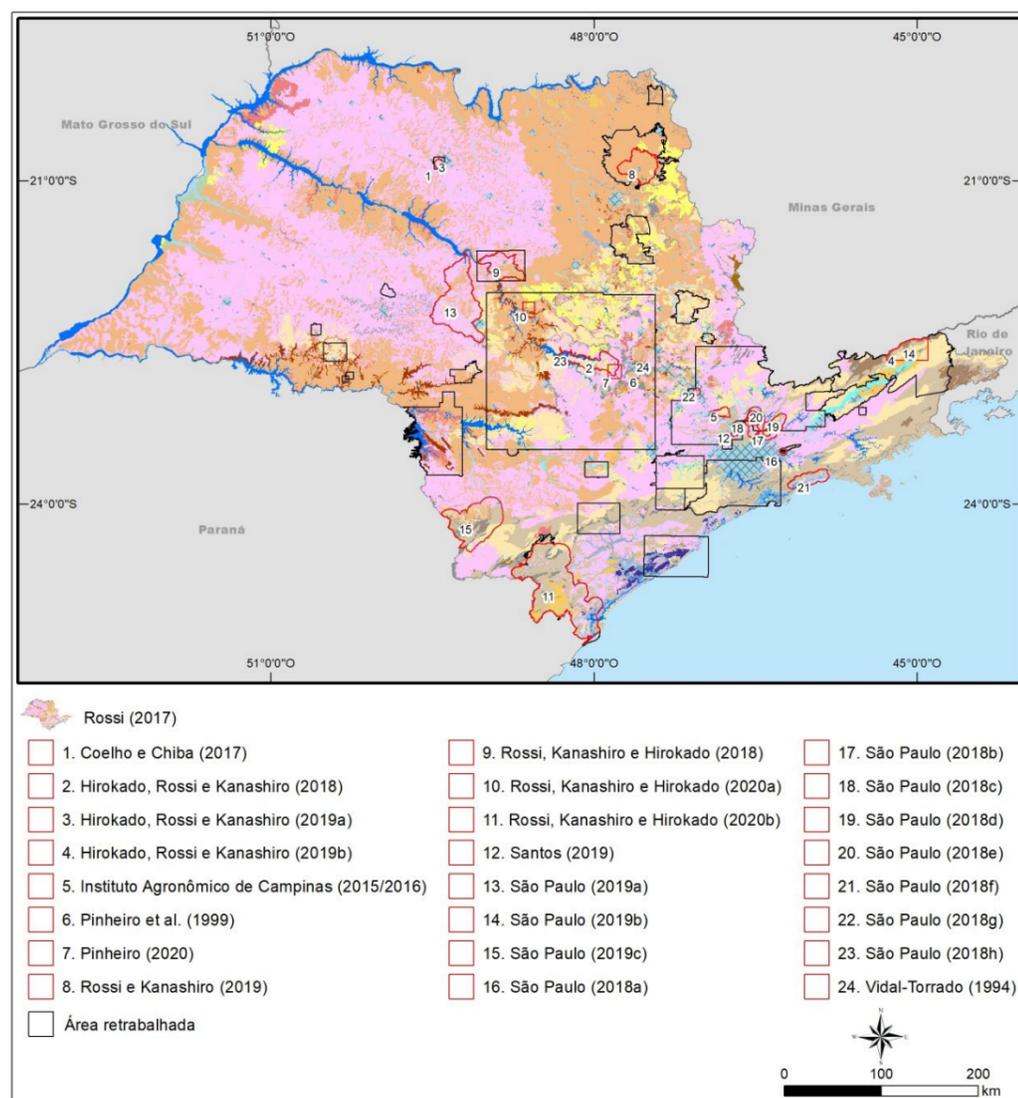
**CAPÍTULO 2**

## O MAPA DE SOLOS

Marcio Rossi

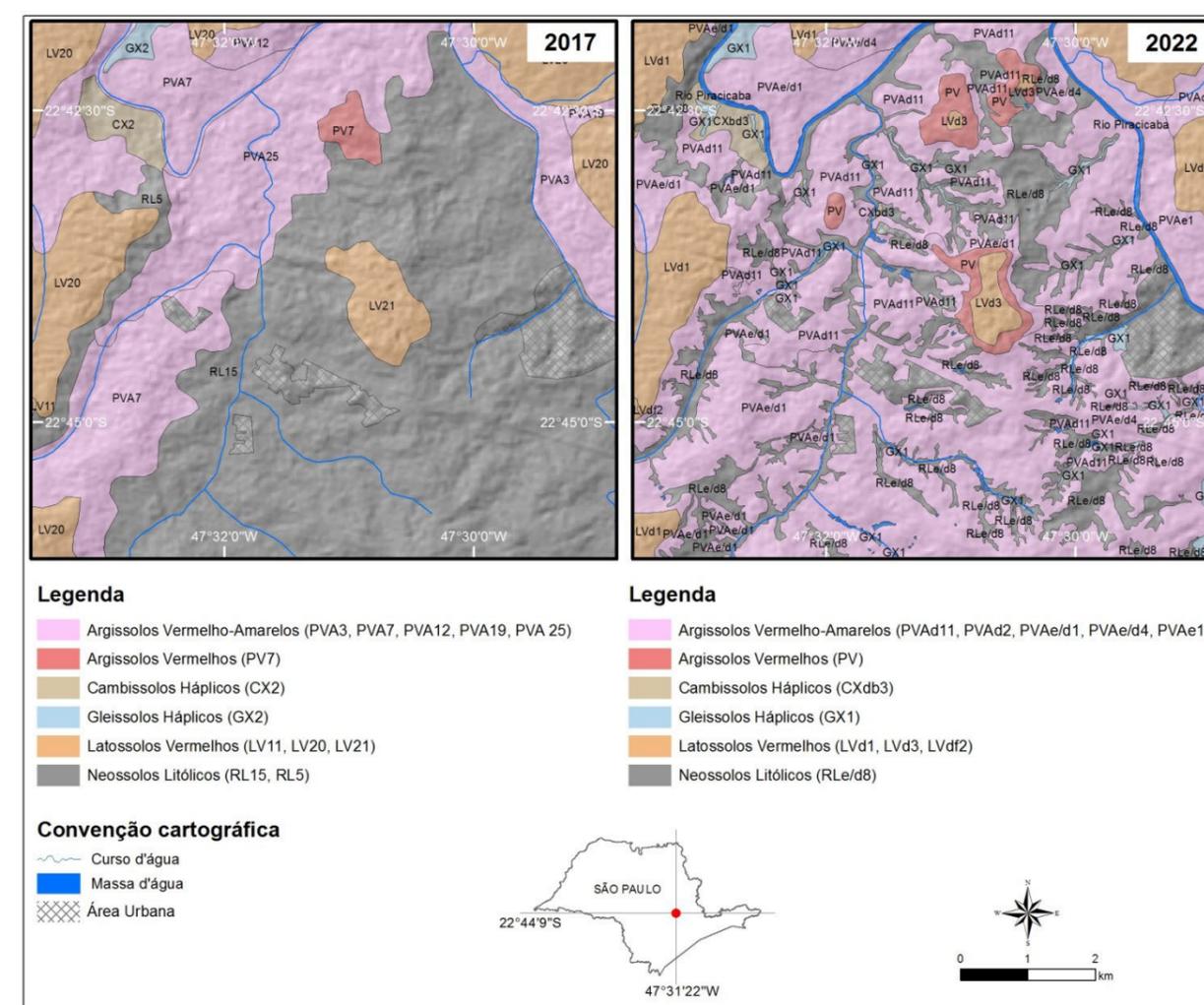
Marina Mitsue Kanashiro

O Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado (Rossi, 2017) serviu de base para as interpretações, porém foram efetuados ajustes e acréscimos, sempre no procedimento de compilação de dados com controle de campo, incluindo os dados dos planos de manejo e de criação de Unidades de Conservação (Hirokado, Rossi e Kanashiro, 2018, 2019a,b; Rossi e Kanashiro, 2019; Rossi, Kanashiro e Hirokado, 2018; 2020a,b; São Paulo, 2018a,b,c,d,e,f,g,h; São Paulo, 2019a,b,c;), entre outros, como Vidal-Torrado (1994), Pinheiro et al. (1999), Instituto Agrônomo de Campinas-IAC (2015/2016), Coelho e Chiba (2017), Santos (2019), Pinheiro et al. (2020), localizados e apresentados na Figura 2.



**Figura 2.** Localização das referências utilizadas e áreas retrabalhadas na atualização dos delineamentos e legenda do mapa pedológico.

Em função dos delineamentos ajustados, com a incorporação de novos dados, algumas áreas foram reinterpretadas, permitindo a espacialização e a nova representação dos delineamentos. As Figuras 3, 4 e 5 são exemplos do acréscimo de informação a partir do mapeamento de Rossi (2017) e demonstram as modificações elaboradas no novo mapeamento. Há que se salientar, que as áreas com esse nível de detalhamento ainda são pequenas, frente à área total do território, a maior parte dos ajustes e acréscimos está nos contornos dos delineamentos. Note-se que além da inclusão de novos delineamentos, há também uma reinterpretação dos limites das manchas de solos, melhorando sua definição e contorno.



**Figura 3.** Exemplo do acréscimo de informação e detalhamento nos delineamentos apresentados no mapa pedológico, região de Tupi-Piracicaba.

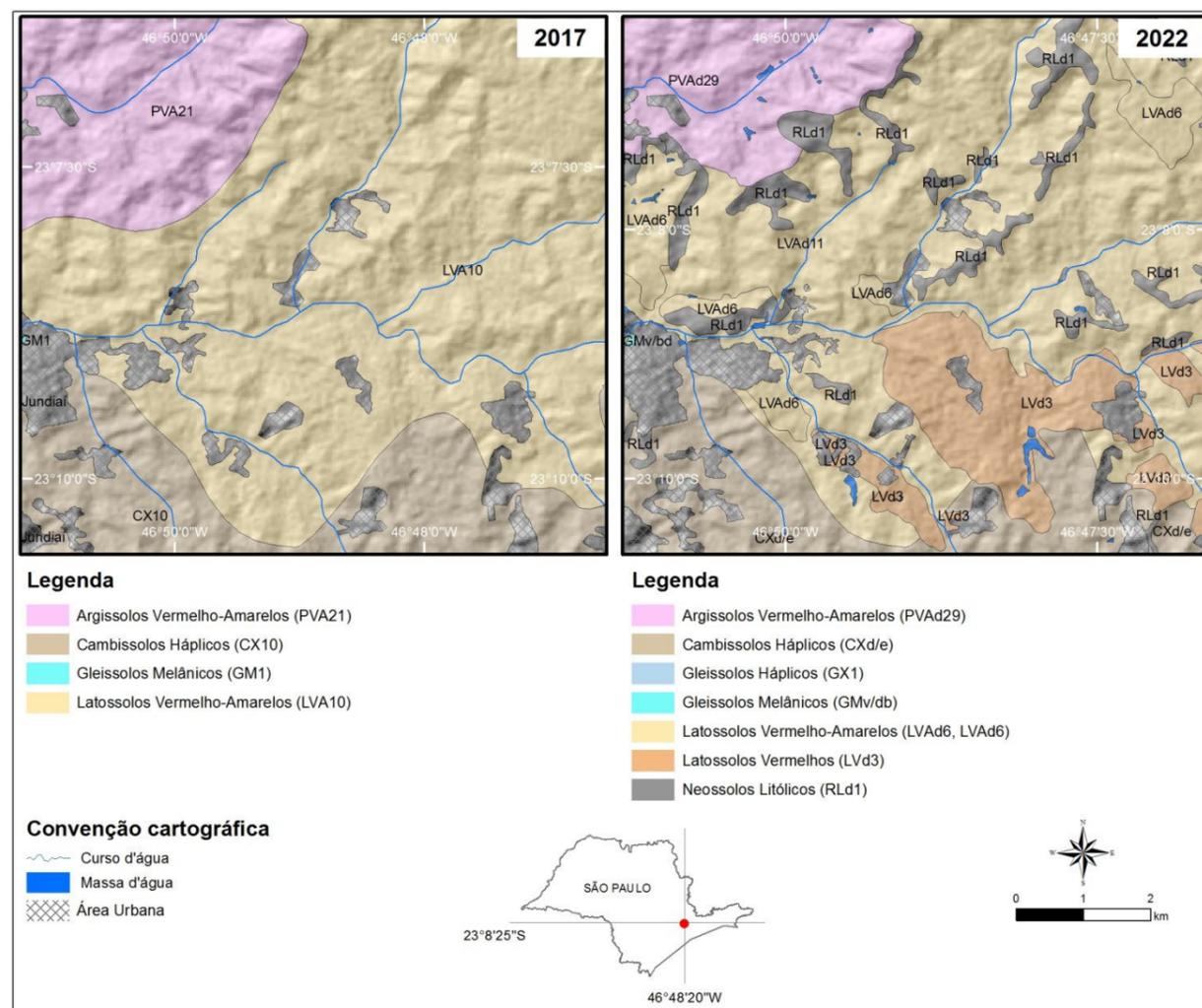


Figura 4. Exemplo do acréscimo de informação e detalhamento nos delineamentos apresentados no mapa pedológico, região de Jundiaí.

O mapa de solos apresenta 260 unidades de mapeamento, descritas na Legenda a seguir (Quadros 1 a 8) e representa 12 Ordens de solo com 25 Subordens. Cabe lembrar que os delineamentos nem sempre são homogêneos e compostos por uma única classe de solos, apresentando-se normalmente com mais de uma classe, em associações ou grupamentos. Desse modo, as unidades de mapeamento, quando compostas por mais de uma classe de solos, apresentam, de forma simplificada, uma porcentagem de ocupação de 60/40% em delineamentos de duas classes e 50/30/20%, em delineamentos com três classes de solos distintas. Os solos no Estado de São Paulo ficam assim distribuídos: Argissolos Amarelos (0,10%), Acinzentados (0,001%), Vermelhos (6,42%) e Vermelho-Amarelos (31,01%); Cambissolos Húmicos (0,36%) e Háplicos (7,14%); Chernossolos Argilúvicos (0,04%); Espodossolos Humilúvicos (0,35%); Gleissolos Melânicos (0,48%), Tiomórficos (0,04%), Háplicos (1,56%) e Sállicos (0,07%); Latossolos Amarelos (1,30%), Brunos (0,04%), Vermelhos (28,84%) e Vermelho-Amarelos (7,86%); Luvissolos Háplicos (0,03%); Neossolos Litólicos (3,08%), Quartzarênicos (2,34%), Regolíticos (0,33%) e Flúvicos (0,44%); Nitossolos Vermelhos (1,47%); Organossolos Tiomórficos (0,15%) e Háplicos (0,67%); Planossolos Háplicos (0,30%) e Plintossolos Pétricos (0,004%), além da classe de Afloramento Rochoso (0,21%). Constam ainda do mapa, as áreas urbanas (2,98%); rios, represas e lagoas (massa d'água),

com 2,33%, e áreas de mineração, (0,04%). Os delineamentos são identificados no mapa pela cor, por um conjunto de letras maiúsculas e minúsculas, seguidas de algarismo arábico, com igual simbologia na respectiva legenda. No Apêndice 1 podem ser visualizadas as incorporações e alterações efetuadas no mapa de 2017.

Ressalta-se que devido às escalas mais generalizadas dos mapas utilizados, a representação temática do Mapa Pedológico é heterogênea quanto à composição e precisão de limites.

Aos dados apresentados por Rossi (2017) foram acrescentadas novas informações de suscetibilidade aos processos geomórficos, de grupos hidrológicos do solo e suscetibilidade ambiental, fornecendo, em um único arquivo, um banco de dados contendo todas as informações mapeadas nesse trabalho, permitindo ao usuário gerar novas informações ou interpretações.

Optou-se por manter a correspondência da simbologia do mapa elaborado por Rossi (2017) atrelada à nova legenda (unidade taxonômica + símbolo), visando-se ao resgate do trabalho anteriormente publicado.

No nível de Ordem de solos, dominam no Estado Latossolos e Argissolos com aproximadamente 38% em área de ocorrência para cada ordem, Cambissolos com 7,5%, Neossolos com 6,2%, Gleissolos com 2,2%, Nitossolos com 1,5% e demais ordens com valores inferiores a 1% cada.

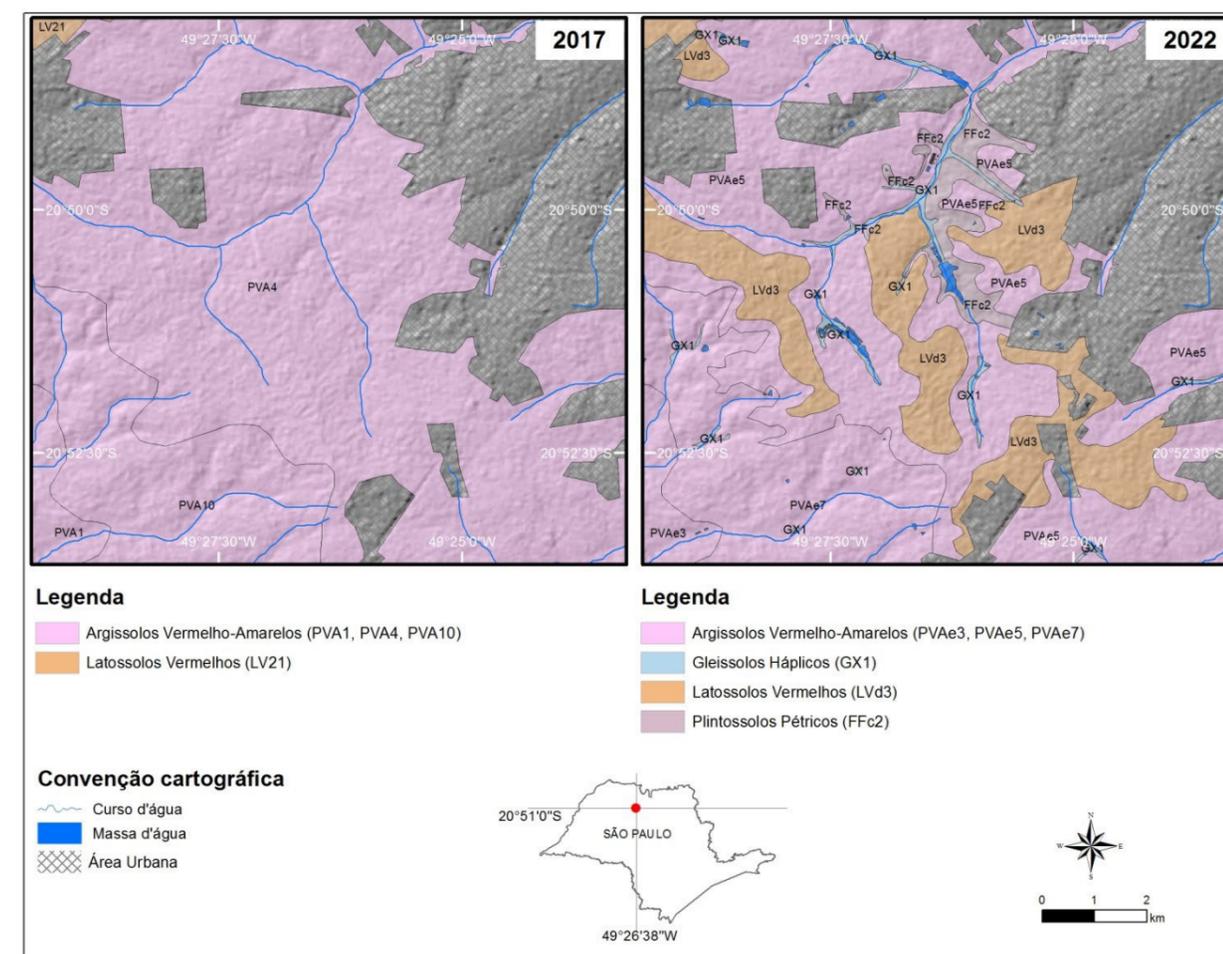


Figura 5. Exemplo do acréscimo de informação e detalhamento nos delineamentos apresentados no mapa pedológico, região de São José do Rio Preto.

Da compilação resultaram, o mapa do Apêndice 1, com todo o detalhamento das unidades de mapeamento e a legenda (Quadros 1 a 8), com descrição e simbologia atualizadas, reorganizadas e ampliadas de acordo com Santos et al. (2018), apresentadas abaixo. A Figura 6 demonstra os solos organizados por subordem.

**Quadro 1.** Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Argissolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>ARGISSOLOS</b>		
<b>ARGISSOLOS AMARELOS</b>		
	PAd1	Associação de ARGISSOLO AMARELO ou ARGISSOLO ACINZENTADO ambos Distróficos típicos, A moderado, textura média/média e média/argilosa, relevo suave ondulado
	PAd2	Associação de ARGISSOLO AMARELO ou VERMELHO-AMARELO típico, textura média + CAMBISSOLO HÁPLICHO textura média e argilosa, ambos Distróficos, A moderado, fase relevo ondulado
	PAd3	Associação de ARGISSOLO AMARELO ou VERMELHO-AMARELO típico + LATOSSOLO AMARELO, ambos Distróficos, A moderado, textura média, fase relevo ondulado
	PAd4	Associação de ARGISSOLO AMARELO típico, textura média + NEOSSOLO LITÓLICO típico A moderado, textura média, ambos Distróficos, A moderado, fase relevo ondulado
PA	PAd5	Associação de ARGISSOLO AMARELO típico, textura arenosa/média e média/média + NEOSSOLO LITÓLICO típico, A moderado, textura média e arenosa, substrato arenito, ambos Distróficos, A moderado, fase relevo ondulado
	PAd6	Associação de ARGISSOLO AMARELO típico, textura arenosa/média + NEOSSOLO Quartzarênico hidromórfico típico, A moderado, ambos Distróficos, A moderado, fase relevo suave ondulado
<b>ARGISSOLOS VERMELHOS</b>		
PV6	PVd1	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, álico ou não álico, fase relevo suave ondulado
PV8	PVd2	Associação de ARGISSOLO VERMELHO, textura argilosa ou argilosa/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo ondulado
PV10	PVd3	Associação de ARGISSOLO VERMELHO, textura argilosa ou argilosa/muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, ambos fase relevo ondulado
PV9	PVd4	Associação de ARGISSOLO VERMELHO, textura argilosa ou argilosa/muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico típico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, textura média, substrato sedimentos do Grupo Passa Dois, ambos fase relevo ondulado
PV11	PVd5	Associação de ARGISSOLO VERMELHO + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico típico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, substrato basalto ou diabásio, ambos textura argilosa, fase relevo ondulado
PV12	PVd6	Associação de ARGISSOLO VERMELHO/VERMELHO-AMARELO, textura argilosa ou média/argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo ondulado
PV1	PVe1	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, fase relevo suave ondulado
PV2	PVe2	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico nitossólico/chernossólico, textura média/argilosa, fase relevo ondulado
	PVe3	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A moderado, textura média/argilosa + Afloramento Rochoso, fase relevo ondulado
PV4	PVe4	Associação de ARGISSOLO VERMELHO textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO textura arenosa/média, ambos Eutróficos típicos, A moderado, fase relevo suave ondulado
PV5	PVe5	Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A chernozêmico + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, ambos textura argilosa, fase relevo forte ondulado
PV3	PVe6	Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, textura argilosa ou argilosa/muito argilosa + LUVISSOLO HÁPLICHO Pálico planossólico A moderado, textura média/argilosa, ambos fase relevo ondulado
PV7	PV	Grupamento indiscriminado de ARGISSOLO VERMELHO textura argilosa ou argilosa/muito argilosa com ou sem cascalho, todos fase relevo ondulado
<b>ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS</b>		
PVA18	PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico ou abruptico, álico ou não álico, A moderado ou fraco, textura arenosa/média, fase relevo ondulado
PVA19	PVAd2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico espessoarênico abruptico, A moderado, textura arenosa/média, álico, fase relevo ondulado
PVA16	PVAd3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO/AMARELO Distrófico latossólico, A moderado textura argilosa ou argilosa/muito argilosa, fase relevo forte ondulado e ondulado
PVA17	PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Distrófico latossólico ou Distrófico típico, álico ou não álico, A moderado ou fraco textura arenosa/média, ambos fase relevo suave ondulado
PVA15	PVAd5	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média, argilosa ou média/argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado
PVA41	PVAd6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa e argilosa, rochoso e não rochoso, fase relevo forte ondulado
PVA14	PVAd7	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, álico ou não álico, A moderado ou fraco, textura arenosa/média ou média, fase relevo ondulado e suave ondulado
PVA39	PVAd8	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO/AMARELO Distrófico/Eutrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média/argilosa e argilosa, rochosos, fase relevo forte ondulado
PVA23	PVAd9	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO abruptico, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média ou média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO típico, A moderado, textura média ou média/argilosa, álico, ambos Distróficos, fase relevo ondulado
PVA24	PVAd10	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abruptico, textura arenosa/média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO textura arenosa/média e média, ambos Distróficos, A moderado, fase relevo ondulado
PVA25	PVAd11	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO espessoarênico abruptico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico, ambos Distróficos, A moderado, textura arenosa/média, álicos, fase relevo ondulado
PVA40	PVAd12	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou proeminente + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, A moderado, ambos textura média/argilosa e argilosa, fase relevo forte ondulado
PVA42	PVAd13	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico, textura média e média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO latossólico, textura argilosa, ambos Distróficos, A moderado, fase relevo ondulado
PVA22	PVAd14	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico, A moderado textura média ou média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico, A moderado, textura média ou arenosa/média, ambos Distróficos, fase relevo ondulado
PVA37	PVAd15	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa/muito argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICHO, textura argilosa, ambos A moderado, fase relevo forte ondulado
PVA38	PVAd16	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO/AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa e argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICHO Tb, textura média e argilosa, ambos A moderado, rochosos, fase relevo forte ondulado

Continuação Quadro 2. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Argissolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS</b>		
PVA35	PVAd17	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou abrupto, A moderado ou proeminente, textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico/Eutrófico, A proeminente ou chernozêmico, textura média, ambos fase relevo forte ondulado e ondulado
PVA32	PVAd18	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo forte ondulado
PVA36	PVAd19	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou abrupto, A moderado, textura média com cascalho/argilosa com cascalho + CAMBISSOLO HÁPLICO, A chernozêmico, textura média com cascalho, ambos fase relevo forte ondulado e ondulado
PVA28	PVAd20	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média + CAMBISSOLO HÁPLICO, A moderado, textura média, ambos Distróficos, fase relevo ondulado
PVA33	PVAd21	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média/argilosa, pouco profundo + CAMBISSOLO HÁPLICO, A moderado textura argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, textura média, substrato sedimentos do Grupo Passa Dois, todos fase relevo ondulado
PVA26	PVAd22	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto ou típico, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO típico, A moderado, textura média, álico, ambos Distróficos, fase relevo forte ondulado e ondulado
PVA31	PVAd23	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO latossólico ou típico, álico ou não álico, A moderado ou fraco, textura argilosa ou média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/AMARELO típico, A moderado, textura argilosa, ambos Distróficos, fase relevo ondulado
PVA30	PVAd24	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO latossólico ou típico, álico ou não álico, A moderado ou fraco, textura arenosa/média + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO típico, A moderado, textura média, ambos Distróficos, fase relevo ondulado e suave ondulado
PVA27	PVAd25	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto, A moderado, textura média/argilosa, álico + LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A moderado textura argilosa a muito argilosa, álico + NITOSSOLO VERMELHO Distro/Eutrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, todos fase relevo suave ondulado e ondulado
PVA34	PVAd26	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico + LUVISSOLO CRÔMICO Pálico abrupto ou típico, A moderado, ambos textura média/argilosa e argilosa, fase relevo ondulado
PVA43	PVAd27	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico, textura média com cascalho/argilosa com cascalho + NEOSSOLO LITÓLICO, A moderado, textura média com cascalho, ambos Distróficos, A moderado, fase relevo ondulado
PVA45	PVAd28	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa com ou sem cascalho e/ou cascalhento + Afloramento Rochoso, fase relevo ondulado e forte ondulado
PVA21	PVAd29	Grupamento de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa com cascalho e/ou cascalhento, todos fase relevo ondulado e forte ondulado
PVA7	PVAe/d1	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico ou Distrófico abrupto, espessoarênico ou não, textura média/argilosa, arenosa/argilosa ou arenosa/média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média ou média/argilosa, ambos A moderado, fase relevo ondulado
PVA9	PVAe/d2	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico ou Distrófico espessoarênico ou abrupto, textura média/argilosa, arenosa/argilosa ou arenosa/média + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, álico, ambos A moderado, fase relevo ondulado
PVA11	PVAe/d3	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto ou não abrupto, A moderado ou proeminente, textura arenosa/argilosa ou média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO, A moderado, proeminente ou chernozêmico, textura média, fase sedimentos Grupo Tubarão e Passa Dois, ambos Eutróficos/Distróficos, relevo ondulado
PVA12	PVAe/d4	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto ou não abrupto, arênicos ou espessoarênicos, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média + NEOSSOLO LITÓLICO, textura média, fase sedimentos Grupo Tubarão e Passa Dois, ambos Eutróficos/Distróficos, A moderado ou proeminente, relevo ondulado
PVA44	PVAe/d5	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto ou não abrupto, arênicos ou espessoarênicos, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média + NEOSSOLO LITÓLICO, textura média, fase sedimentos Grupo Bauru, ambos Eutróficos/Distróficos, A moderado ou proeminente, relevo ondulado
PVA13	PVAe/d6	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto ou típico, A moderado ou proeminente, textura arenosa/argilosa ou média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO, A moderado, proeminente ou chernozêmico, textura média, fase sedimentos Grupo Bauru, ambos Eutróficos/Distróficos, relevo ondulado
PVA8	PVAe/d7	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico ou Distrófico espessoarênico ou abrupto, textura média/argilosa, arenosa/argilosa ou arenosa/média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, álico, ambos A moderado, fase relevo ondulado
PVA3	PVAe1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou média, fase relevo ondulado e forte ondulado
PVA5	PVAe2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico ou Distrófico abrupto, A moderado, textura média/argilosa, ou espessoarênico, textura arenosa/argilosa ou arenosa/média, ambos fase relevo ondulado
PVA1	PVAe3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO ou VERMELHO Eutrófico arênico ou abrupto, A moderado ou fraco, textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado e ondulado
PVA2	PVAe4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO ou VERMELHO Eutrófico típico ou latossólico, A moderado ou fraco, textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado e ondulado
PVA4	PVAe5	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A moderado + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico típico, ambos textura arenosa/média e média relevo suave ondulado
PVA6	PVAe6	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico, ambos textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado e ondulado
PVA10	PVAe7	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO ou VERMELHO Eutrófico abrupto léptico ou abrupto pouco profundo, A moderado ou fraco, textura arenosa/média + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico ou LITÓLICO Psamítico típico ou eutrófico típico, A chernozêmico, ambos fase relevo ondulado e suave ondulado
PVA29	PVA1	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO indiscriminado, com cascalho ou cascalhento + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura média, substrato Complexo Cristalino, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
PVA20	PVA2	Grupamento indiscriminado de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto, A moderado, textura arenosa/média, pouco profundo, fase relevo ondulado

**Erosão de maré em barra arenosa no Canal de Ararapira, Cananéia**  
(foto: Marcio Rossi - 2019)



**Quadro 3.** Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Cambissolos Húmicos e Háplicos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>CAMBISSOLOS</b>		
<b>CAMBISSOLOS HÚMICOS</b>		
CH1	CHd1	CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico ou léptico, textura argilosa e média, fase relevo ondulado
CH3	CHd2	Associação de CAMBISSOLO HÚMICO típico ou léptico + CAMBISSOLO HÁPLICO, A proeminente e moderado, ambos Distróficos, textura argilosa e média, fase relevo forte ondulado
CH4	CHd3	Associação de CAMBISSOLO HÚMICO típico ou léptico, textura argilosa e média + NEOSSOLO LITÓLICO húmico típico, textura média, substrato Granitóides, ambos Distróficos + Afloramento de Rochas, todos fase relevo forte ondulado e montanhoso
CH2	CHd4	Associação de CAMBISSOLO HÚMICO típico ou léptico, textura argilosa e média + NEOSSOLO LITÓLICO típico, textura arenosa e média, substrato Grupo Paraná, ambos Distróficos, fase relevo forte ondulado
<b>CAMBISSOLOS HÁPLICOS</b>		
CX15	CXve	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO, textura argilosa + CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO, textura argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO, textura média ou argilosa, substrato Metacalcáreo, todos Ta Eutróficos, A moderado, fase relevo forte ondulado
CX13	CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico ou latossólico, A moderado, textura argilosa ou argilosa com cascalho, fase substrato Granitoides, relevo forte ondulado
CX1	CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado, textura média, fase relevo forte ondulado
CX2	CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado, fase relevo suave ondulado
CX5	CXbd4	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado, textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média, ambos fase relevo ondulado
CX6	CXbd5	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado, textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média + NEOSSOLO LITÓLICO, A moderado, substrato sedimentos do Grupo Tubarão, todos fase relevo ondulado
CX16	CXbd6	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb A moderado ou proeminente + LATOSSOLO AMARELO/VERMELHO-AMARELO típico ou cambissólico, A moderado, ambos Distróficos, textura média ou argilosa, fase relevo forte ondulado
CX23	CXbd7	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb A moderado ou proeminente + LATOSSOLO AMARELO/VERMELHO-AMARELO típico ou cambissólico, A moderado, ambos Distróficos, textura média, fase relevo forte ondulado
CX12	CXbd8	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO, textura muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Tb Distrófico, A moderado, substrato Metassedimentos, ambos Tb Distróficos, A moderado, fase relevo forte ondulado e montanhoso
CX21	CXbd9	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO, textura argilosa ou média + NEOSSOLO LITÓLICO, textura média, substrato Granitoides, ambos Tb Distrófico, A moderado, fase rochoso e não rochoso, relevo forte ondulado e montanhoso
CX24	CXbd10	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO, textura média ou argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO, textura média, substrato Metassedimentos, ambos Tb Distróficos, A moderado, fase relevo forte ondulado
CX4	CXbd11	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado, textura média + NEOSSOLO LITÓLICO, A moderado, substrato sedimentos do Grupo Tubarão, ambos fase relevo ondulado
CX7	CXbd12	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado + NEOSSOLO FLÚVICO e GLEISSOLO HÁPLICO/MELÂNICO, indiscriminados, todos fase relevo suave ondulado
CX25	CXbd13	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado textura argilosa ou média + Afloramento de Rocha, fase relevo forte ondulado e montanhoso
CX9	CXbd/e	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico/Eutrófico típico ou latossólico, textura argilosa e média, A moderado e proeminente + ARGISSOLO AMARELO/VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura média/argilosa e argilosa, não rochoso e rochoso, ambos fase relevo forte ondulado
CX17	CXb1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb, textura argilosa e muito argilosa, fase substrato metassedimentos, relevo forte ondulado
CX18	CXb2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb, textura média e argilosa, rochoso e não rochoso, fase substrato Granitóides, relevo forte ondulado e ondulado
CX3	CXb3	Grupamento indiscriminado de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb, A moderado, fase relevo suave ondulado
CX14	CXbe1	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, textura argilosa, mal a imperfeitamente drenado + GLEISSOLO HÁPLICO indiscriminado, ambos fase relevo suave ondulado
CX19	CXbe2	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, A moderado, textura argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, pouco profundo, A moderado ou proeminente, textura média e argilosa, ambos fase relevo forte ondulado
CX10	CXd/e	CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico/Eutrófico, textura argilosa e média, A moderado e proeminente, fase não rochosa e rochosa, relevo forte ondulado
CX20	CXd1	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO típico, textura argilosa e média, A moderado e proeminente + ARGISSOLO AMARELO/VERMELHO-AMARELO, textura média/argilosa e argilosa, não rochoso e rochoso, ambos Distróficos, fase relevo forte ondulado
CX22	CXd2	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO, A proeminente e moderado, + CAMBISSOLO HÚMICO típico ou léptico, ambos Distróficos, textura argilosa e média, fase relevo forte ondulado
CX11	CXd3	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO concrecionário, ambos Distróficos, A moderado e proeminente, textura argilosa, fase relevo forte ondulado
CX8	CXd4	Grupamento indiscriminado de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, ambos A moderado, fase relevo suave ondulado

**Quadro 4.** Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Chernossolos Argilúvicos, Espodossolos e Gleissolos Tiomórficos, Sálícos, Melânicos e Háplícos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS</b>		
MT1	MTf/o1	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO Férrico ou Órtico, textura argilosa, fase substrato diabásio, relevo ondulado e forte ondulado
MT4	MTf/o2	Associação de CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO Férrico/Órtico + NEOSSOLO LITÓLICO Tb Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, ambos substrato Basalto ou Diabásio, textura argilosa, fase relevo ondulado
MT2	MTo1	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO Órtico, textura argilosa, fase substrato sedimentos pelíticos, relevo ondulado
MT3	MTo2	Associação de CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO Órtico, textura argilosa, substrato sedimentos Pelíticos + NEOSSOLO LITÓLICO Tb Eutrófico/Distrófico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, substrato sedimentos, ambos fase relevo ondulado
MT5	MTo3	Associação de CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO Órtico + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico + NEOSSOLO LITÓLICO Tb Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, todos textura argilosa, substrato Basalto ou Diabásio, fase relevo ondulado e forte ondulado
MT6	MTo4	Associação de CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO Órtico, textura argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Ta Eutrófico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, ambos substrato Rochas Alcalinas, fase relevo forte ondulado
<b>ESPODOSSOLOS</b>		
EK	EK	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO/FERRI-HUMILÚVICO Hidromórfico ou não hidromórfico Distrófico, fase relevo plano e suave ondulado
<b>GLEISSOLOS</b>		
<b>GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS</b>		
GJ	GJo	Associação complexa de GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico típico Tb, textura argilosa + GLEISSOLO indiscriminado, ambos fase relevo plano
<b>GLEISSOLOS SÁLICOS</b>		
GZ	GZn	Associação de GLEISSOLO SÁLICO sódico ou TIOMÓRFICO + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico sálíco, fase relevo plano
<b>GLEISSOLOS MELÂNICOS</b>		
GM1	GMv/bd	Associação de GLEISSOLO MELÂNICO Ta/Tb Distrófico típico ou organossólíco, textura indiscriminada + CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico, textura média e argilosa, ambos fase relevo plano
GM2	GMbd1	Associação de GLEISSOLO MELÂNICO + GLEISSOLO HÁPLICO, ambos Tb Distróficos, textura média e argilosa, fase relevo plano
GM3	GMbd2	Associação de GLEISSOLO MELÂNICO Tb Distrófico, textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Tb, textura média + ORGANOSSOLO, ambos fase relevo plano
<b>GLEISSOLOS HÁPLICOS</b>		
	GXbd1	Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO Tb + NEOSSOLO FLÚVICO, ambos textura indiscriminada + Neossolo Quartzarênico hidromórfico, todos Distróficos típicos, A moderado ou proeminente, fase relevo plano
GX4	GXbd2	Grupamento indiscriminado de GLEISSOLO HÁPLICO ou MELÂNICO e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado, todos fase relevo plano
GX5	GXd	Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO e NEOSSOLO FLÚVICO, ambos Distróficos típicos, A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, todos fase relevo plano
GX7	GXb/vd/e	Associação de GLEISSOLO HÁPLICO Tb/Ta Distrófico e Eutrófico, textura média e argilosa + ORGANOSSOLO indiscriminado, ambos fase relevo plano
GX9	GXbe/d	Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico/Distrófico, textura argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico Tb, A moderado textura arenosa/média e arenosa/argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico A moderado textura argilosa, todos fase relevo plano
GX3	GXve	Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO e NEOSSOLO FLÚVICO, ambos Ta Eutrófico típico, A moderado ou chernozêmico, textura indiscriminada, ambos fase relevo plano
GX1	GXbe	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase relevo plano
GX11	GXe/d1	GLEISSOLO HÁPLICO ou MELÂNICO Eutrófico ou Distrófico, textura argilosa, fase relevo plano
GX12	GXe/d2	GLEISSOLO HÁPLICO ou MELÂNICO Eutrófico ou Distrófico, textura média e arenosa, fase relevo plano
GX6	GXe/d3	Associação de GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico ou Distrófico, textura indiscriminada + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico, A moderado textura média/argilosa, ambos fase relevo plano
GX10	GXe/d4	Associação de GLEISSOLO HÁPLICO e MELÂNICO Eutrófico e Distrófico, A chernozêmico e proeminente, textura argilosa + complexo de (Neossolo Flúvico + Cambissolo Háplico + Planossolo + Plintossolo, todos indiscriminados), todos fase relevo plano
GX2	GX1	Complexo Indiscriminado de GLEISSOLO HÁPLICO ou MELÂNICO com ou sem ocorrência de ORGANOSSOLO, fase relevo plano
GX8	GX2	Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO/MELÂNICO + NEOSSOLO FLÚVICO, ambos indiscriminados + CAMBISSOLO HÁPLICO Eutrófico, Textura argilosa/média ou argilosa, imperfeitamente drenado, todos fase relevo plano

**Erosão linear em cabeceira de drenagem no município de Ilhabela**  
(foto: Marcio Rossi - 2011)



**Erosão laminar na região de São Simão sobre Latossolos**  
(foto: Marcio Rossi - 2015)



**Erosão laminar em Neossolo Quartzarênico no município de Guareí**  
(foto: Marcio Rossi - 2007)



Quadro 5. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Latossolos Brunos e Amarelos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>LATOSSOLOS</b>		
<b>LATOSSOLOS BRUNOS</b>		
LB1	LBd	LATOSSOLO BRUNO Distrófico, A proeminente, textura argilosa, relevo montanhoso, fase relevo forte ondulado
LB2	LBe1	Associação de LATOSSOLO BRUNO + NEOSSOLO LÍTÓLICO, A moderado e chernozêmico, ambos Eutróficos, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e montanhoso
LB3	LBe2	Associação de LATOSSOLO BRUNO + NEOSSOLO LÍTÓLICO ambos Eutróficos, A moderado e chernozêmico, textura argilosa, fase rel. montanhoso + Afloramento de Rocha
<b>LATOSSOLOS AMARELOS</b>		
LA3	LAwf1	LATOSSOLO AMARELO Acriférrico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, com ou sem plintita ou petroplintita, fase relevo suave ondulado
LA4	LAwf2	LATOSSOLO AMARELO Acriférrico típico, A moderado, textura argilosa ou média, com ou sem plintita ou petroplintita, fase relevo suave ondulado
LA1	LAdf	LATOSSOLO AMARELO Distroférrico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado
LA2	LAdf/wf1	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distroférrico/Acriférrico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Acriférrico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, ambos fase relevo suave ondulado
LA5	LAdf/wf2	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distroférrico/Acriférrico ou distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico, A moderado, textura muito argilosa, ambos fase relevo ondulado
LA7	LAd1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico, textura média e argilosa, fase relevo ondulado
LA6	LAd2	LATOSSOLO AMARELO/VERMELHO-AMARELO, Distrófico típico, A moderado, textura média, álicos ou não álicos, fase relevo ondulado
LA10	LAd3	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou latossólico, A moderado, textura média, fase relevo suave ondulado e ondulado
LA9	LAd4	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, pouco profundo + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média + PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado, textura arenosa/argilosa, todos fase relevo ondulado
LA13	LAd5	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média, gleico, com ou sem plintita + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média, fase relevo suave ondulado e ondulado
LA8	LAd6	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, pouco profundo + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado textura argilosa, ambos fase relevo forte ondulado
LA12	LAd7	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média e argilosa, com ou sem plintita + GLEISSOLO MELÂNICO, textura média e argilosa, indiscriminados, fase relevo ondulado
LA11	LAd8	Associação de LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico Distrófico, A moderado, fase relevo ondulado



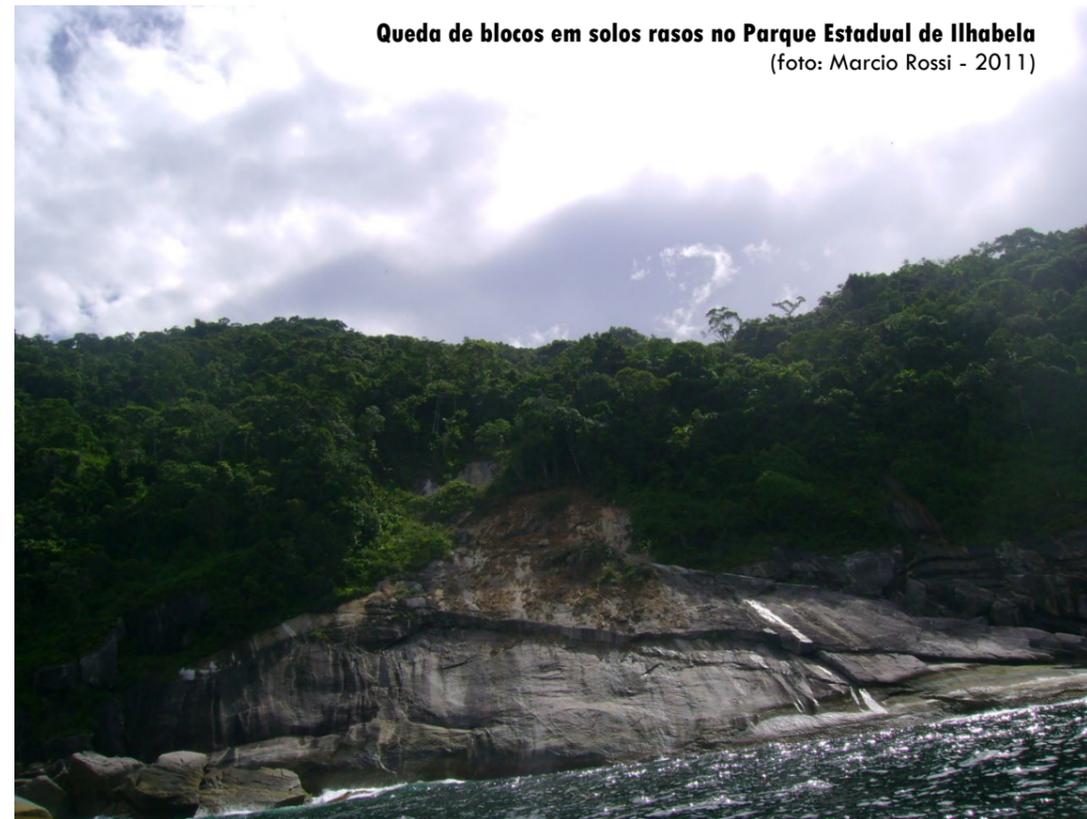
Quadro 6. Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Latossolos Vermelhos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>LATOSSOLOS VERMELHOS</b>		
LV13	LVwf	LATOSSOLO VERMELHO Acriférico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado
LV14	LVwf/df	LATOSSOLO VERMELHO Acriférico/Distroférico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado
LV17	LVdf/wf	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distro/Acriférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média, álico, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado
LV12	LVdf1	LATOSSOLO VERMELHO Distroférico húmico, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado
LV11	LVdf2	LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado
LV18	LVdf3	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A húmico, textura argilosa, ambos fase relevo ondulado e suave ondulado
LV15	LVdf4	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado textura argilosa, álico + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico ou Distroférico latossólico ou típico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, todos fase relevo ondulado e suave ondulado
LV10	LVdf/ef1	LATOSSOLO VERMELHO Distroférico/Eutroférico típico, A moderado e chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado
LV16	LVdf/ef2	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típico, A moderado ou proeminente + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, álico, ambos textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo ondulado e suave ondulado
LV20	LVd1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, álico, relevo suave ondulado
LV31	LVd2	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico ou cambissólico, textura argilosa, fase relevo ondulado
LV21	LVd3	LATOSSOLO VERMELHO ou VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou fraco, textura média álico ou não álico, fase relevo suave ondulado
LV28	LVd4	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, álico + ARGISSOLO VERMELHO indiscriminado, textura argilosa ou argilosa/muito argilosa, com ou sem cascalho, ambos fase relevo forte ondulado
LV25	LVd5	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico + LATOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa ou muito argilosa, ambos fase relevo suave ondulado
LV22	LVd6	Associação de LATOSSOLO VERMELHO ou VERMELHO-AMARELO típico + LATOSSOLO VERMELHO/VERMELHO-AMARELO argissólico, ambos Distróficos, A moderado, textura média ou argilosa, álico ou não álico, fase relevo suave ondulado
LV23	LVd7	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média, álico + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico, ambos fase relevo ondulado e suave ondulado
LV24	LVd8	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média, álico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico húmico, textura média ou argilosa, ambos fase relevo suave ondulado
LV26	LVd9	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado textura média, álico + LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado
	LVd10	Associação de LATOSSOLO VERMELHO/VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média, álico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado
LV27	LVd11	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico ou Distroférico latossólico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, ambos fase relevo suave ondulado
LV29	LVd12	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico + LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico ou Distroférico latossólico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, todos fase relevo suave ondulado e ondulado
LV9	LVef/df1	LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, A moderado e chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa, fase relevo ondulado
LV6	LVef/df2	LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, A moderado e chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa, pouco profundo, fase relevo ondulado
LV7	LVef/df3	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, A moderado e chernozêmico, pouco profundo + LATOSSOLO AMARELO Distroférico típico, A moderado, ambos textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado
LV8	LVef/df4	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, A moderado e chernozêmico, pouco profundo + LATOSSOLO AMARELO Distroférico típico, A moderado, ambos textura argilosa a muito argilosa, fase relevo ondulado
LV4	LVef/df5	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, ambos A moderado e chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou proeminente, textura média, substrato sedimentos do Permiano, ambos fase relevo ondulado
LV5	LVef/df6	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, ambos A moderado e chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou proeminente, textura argilosa, substrato Basalto, ambos fase relevo ondulado
LV3	LVef/df7	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico + NITOSSOLO VERMELHO Distroférico/Eutroférico típico, ambos A moderado e chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa, fase relevo suave ondulado
LV1	LVef1	LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado
LV2	LVef2	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa ou muito argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico ou Distroférico latossólico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, ambos fase relevo suave ondulado
LV30	LVe/d	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico ou Distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa ou média, ambos fase relevo suave ondulado
LV19	LVe	Associação de LATOSSOLO VERMELHO ou VERMELHO-AMARELO típico + LATOSSOLO VERMELHO argissólico, ambos Eutróficos, A moderado, textura média ou argilosa, fase relevo suave ondulado

**Erosão laminar em Latossolo na região de Assis**  
(foto: Marcio Rossi - 2019)



**Queda de blocos em solos rasos no Parque Estadual de Ilhabela**  
(foto: Marcio Rossi - 2011)



**Queda de blocos no Parque Estadual de Ilhabela**  
(foto: Marcio Rossi - 2011)



**Escorregamento em Cambissolo na região do Parque Estadual Carlos Botelho, município de Sete Barras**  
(foto: Marcio Rossi - 2006)



**Quadro 7.** Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Latossolos Vermelho-Amarelos e Luvisolos Háplicos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS</b>		
LVA5	LVAd1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico cambissólico, A moderado ou proeminente, textura média ou argilosa, álico, fase relevo ondulado
LVA3	LVAd2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico húmico, textura média ou argilosa, álico, fase relevo suave ondulado
LVA2	LVAd3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A proeminente ou húmico, textura muito argilosa ou argilosa, álico, fase relevo forte ondulado
LVA20	LVAd4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado
LVA4	LVAd5	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A proeminente ou húmico, textura argilosa cascalhenta, álico, fase pedregosa, relevo suave ondulado
LVA1	LVAd6	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou média, álico, fase relevo suave ondulado e ondulado
LVA6	LVAd7	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO Distrófico típico, A moderado ou fraco, textura média, álico ou não álico, fase relevo suave ondulado e ondulado
LVA18	LVAd8	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou latossólico, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
LVA9	LVAd9	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa com cascalho, álico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, ambos fase relevo ondulado
LVA16	LVAd10	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, rochoso ou não rochoso, ambos fase relevo forte ondulado
LVA10	LVAd11	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, álico + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura média ou argilosa, pedregoso ou não, ambos fase relevo forte ondulado e ondulado
LVA19	LVAd12	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa, álico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A húmico, textura argilosa, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
LVA17	LVAd13	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico, textura argilosa, ambos fase relevo forte ondulado
LVA14	LVAd14	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, pouco profundo, A moderado, textura argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
	LVAd15	Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média + Latossolo Vermelho, textura média a argilosa, ambos Distróficos típicos, A moderado, relevo suave ondulado
LVA13	LVAd16	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou cambissólico, pouco profundo, A moderado, textura média e argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico ou cambissólico, pouco profundo, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo forte ondulado
LVA15	LVAd17	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, pouco profundo, A moderado, textura argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado textura muito argilosa, todos fase relevo forte ondulado
LVA7	LVAd18	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou média, álico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado
LVA12	LVAd19	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A proeminente, textura média, álico + NITOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico latossólico, textura argilosa ou muito argilosa, ambos fase relevo ondulado
LVA11	LVAd20	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico cambissólico, A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, álico + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado + GLEISSOLO HÁPLICO/MELÂNICO Tb Distrófico, textura indiscriminada, todos fase relevo suave ondulado
LVA8	LVAd21	Grupamento indiferenciado de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distróficos, A moderado textura média, intermediários para NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, ambos fase relevo ondulado
<b>LUVISSOLOS HÁPLICOS</b>		
TX2	TXp1	LUVISSOLO HÁPLICO Pálico planossólico, A moderado, textura média/argilosa, fase relevo ondulado
TX1	TXp2	Associação de LUVISSOLO HÁPLICO Pálico abruptico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Ta Distrófico esossolário ou abruptico, ambos A moderado, textura arenosa/média, fase relevo ondulado
TX5	TXp3	Associação de LUVISSOLO HÁPLICO Pálico planossólico, A moderado, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico/Distrófico abruptico, A moderado, textura arenosa/argilosa ou média/argilosa, ambos fase relevo ondulado
TX3	TXp4	Associação de LUVISSOLO HÁPLICO Pálico planossólico, A moderado, textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, substrato sedimentos indiscriminados do Grupo Passa Dois, ambos fase relevo suave ondulado
TX4	TXp5	Associação de LUVISSOLO HÁPLICO Pálico planossólico, A moderado, textura média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO indiscriminado, Ta, A moderado, ambos fase relevo ondulado



Erosão marinha em barra arenosa no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia  
(foto: Marcio Rossi - 2019)

**Quadro 8.** Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Neossolos Litólicos, Flúvicos e Quartzarênicos.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>NEOSSOLOS LITÓLICOS</b>		
RL16	RLm1	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico, A chernozêmico ou moderado, ou NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico, textura média ou Eutrófico típico, A moderado, textura média + Afloramento de Rocha, todos fase relevo regional ondulado e forte ondulado, localmente escarpado
RL17	RLm2	Associação NEOSSOLO LITÓLICO/REGOLÍTICO Psamítico típico A chernozêmico ou moderado, ou NEOSSOLO LITÓLICO/REGOLÍTICO Eutrófico chernossólico ou Eutrófico típico, textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto léptico, todos fase substrato Grupo Bauru, relevo regional forte ondulado e ondulado, localmente escarpado
RL26	RLd1	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico, A moderado, textura média ou argilosa, substrato Granitóides + CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico, A moderado, textura média ou argilosa, ambos fase relevo forte ondulado
RL25	RLd2	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média e arenosa, fase substrato Formações Itararé e Furnas, relevo ondulado + GLEISSOLO MELÂNICO (Ta ou Tb) Distrófico típico ou organossólico, textura indiscriminada
RL23	RLd3	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média ou argilosa, com ou sem cascalho, fase substrato granitóides, relevo montanhoso e escarpado + Afloramento Rochoso
RL22	RLd4	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média com cascalho, fase substrato metassedimentos, relevo forte ondulado e montanhoso + Afloramento Rochoso
RL21	RLd5	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, fase substrato Formações Itararé e Furnas, relevo escarpado + Afloramento Rochoso
RL6	RLe/d1	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura média ou argilosa, fase substrato rochas indiscriminadas do Complexo Cristalino, relevo forte ondulado
RL3	RLe/d2	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou proeminente, textura média, fase substrato sedimentos do Grupo Passa Dois, relevo ondulado
RL4	RLe/d3	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura média, fase substrato sedimentos das Formações Botucatu e Pirambóia, relevo regional ondulado, localmente escarpado
RL5	RLe/d4	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, textura média, fase substrato sedimentos do Grupo Tubarão, relevo ondulado
RL2	RLe/d5	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura arenosa ou média, fase substrato sedimentos do Grupo Bauru, relevo regional ondulado, localmente escarpado
RL14	RLe/d6	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO, A moderado, proeminente ou chernozêmico, textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto, A moderado ou proeminente, textura arenosa/média, ambos Eutróficos/Distróficos, fase relevo ondulado e suave ondulado
RL13	RLe/d7	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico/Distrófico abrupto, A moderado ou proeminente, textura arenosa/argilosa ou média/argilosa, ambos fase relevo ondulado
RL15	RLe/d8	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, textura média + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico/Distrófico abrupto ou não abrupto, espessorênico, textura arenosa/média, pouco profundo, ambos A moderado ou proeminente, fase relevo ondulado
RL18	RLe/d9	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, textura média, substrato sedimentos do Grupo Tubarão + CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico, A moderado, textura média, ambos fase relevo ondulado
RL20	RLe/d10	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura média, substrato Metassedimentos + CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico, A moderado, textura média, ambos fase relevo forte ondulado e montanhoso
RL24	RLe/d11	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura arenosa e média, substrato Formações Itararé e Furnas + CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico, A moderado, textura média, ambos fase relevo forte ondulado
RL19	RLe/d12	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa, substrato Basalto + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura arenosa ou média, substrato Arenito Bauru, ambos fase relevo escarpado
RL10	RLe/d13	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa, substrato Basalto ou Diabásio + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura arenosa ou média, substrato Arenito Botucatu-Pirambóia, ambos fase relevo regional forte ondulado, local escarpado
RL9	RLe/d14	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura arenosa ou média, substrato Arenito Botucatu-Pirambóia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa, substrato Basalto ou Diabásio, ambos fase relevo regional forte ondulado e ondulado, local escarpado
RL11	RLe/d15	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa, substrato Basalto ou Diabásio + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distoférico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
RL1	RLe1	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa ou muito argilosa, fase substrato Basalto/Diabásio, relevo regional ondulado local escarpado
RL8	RLe2	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico, A moderado ou chernozêmico + CHERNOSSOLO ARGILÚVICO/HÁPLICO Férrico ou Órtico, ambos textura argilosa, fase substrato Basalto ou Diabásio, relevo forte ondulado
RL12	RLe3	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico, A moderado ou chernozêmico, substrato Basalto ou Diabásio + NITOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típico, A moderado + LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado, todos textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo regional ondulado e forte ondulado, localmente escarpado
RL7	RL	NEOSSOLO LITÓLICO indiscriminado, fase substrato Rochas Alcalinas, relevo forte ondulado
<b>NEOSSOLOS FLÚVICOS</b>		
RY2	RYqd1	Associação de NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico e/ou Tb Distrófico, textura média e argilosa, A moderado + GLEISSOLO Indiscriminado substrato Sedimentos Fluviais, ambos fase relevo plano
RY3	RYqd2	Associação de NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico e/ou Tb Distrófico, textura média e argilosa+ GLEISSOLO Indiscriminado + CAMBISSOLO Indiscriminado, substrato Sedimentos Fluviais, todos fase relevo plano
RY1	RYe	Associação de NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico, ambos textura argilosa, fase relevo plano
<b>NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS</b>		
RQ1	RQgd1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico, álico, A moderado, fase relevo suave ondulado
RQ8	RQgd2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico ou Órtico típico, Sedimentos Marinhos atuais, fase relevo suave ondulado e plano
	RQgd3	Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico, álico, A moderado + Organossolo Háplico, ambos fase relevo suave ondulado
RQ2	RQod1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, álico, fase relevo ondulado
RQ4	RQod2	Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, álico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média, ambos fase relevo ondulado
RQ7	RQod3	Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, álico + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO/FERRIHUMILÚVICO Hidromórfico ou não hidromórfico Distrófico, ambos fase relevo suave ondulado
RQ3	RQod4	Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, álico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO/VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média, ambos fase relevo ondulado e suave ondulado
RQ5	RQod5	Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, álico + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado
RQ6	RQod6	Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, álico + Complexo de GLEISSOLO MELÂNICO e HÁPLICO, textura argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico ou Distrófico, A proeminente e moderado, textura arenosa/média e arenosa/argilosa, todos fase relevo plano



Erosão linear a partir de carreador em Latossolo, no município de Santa Rita do Passa Quatro  
(foto: Marcio Rossi - 2006)

**Quadro 9.** Legenda e descrição das unidades de mapeamento de solos – Nitossolos Vermelhos, Organossolos Tiomórficos e Háplicos, Planossolos Háplicos, Plintossolos Pétricos e Afloramento Rochoso.

Unidade de mapeamento Rossi (2017) Mapa Atual		DESCRIÇÃO
<b>NITOSSOLOS VERMELHOS</b>		
NV2	NVdf/ef1	NITOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo ondulado
NV3	NVdf/ef2	NITOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico latossólico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo suave ondulado
NV11	NVdf/ef3	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO abrupto, A moderado, textura arenosa/argilosa ou média/argilosa, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
NV8	NVdf/ef4	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Tb Eutrófico/Distrófico, A moderado, proeminente ou chernozêmico, substrato Sedimentos, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado
NV5	NVef/df1	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa ou muito argilosa, ambos fase relevo ondulado e suave ondulado
NV4	NVef/df2	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico latossólico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, ambos fase relevo suave ondulado
NV9	NVef/df3	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa, substrato Basalto ou Diabásio, ambos fase relevo ondulado
NV10	NVef/df4	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico latossólico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa, substrato Basalto ou Diabásio, ambos fase relevo ondulado
NV6	NVef/df5	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico latossólico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado
NV13	NVef/df6	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado, textura argilosa, álico + LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa, todos fase relevo ondulado
NV14	NVef/df7	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico típico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico/Distroférico latossólico, A moderado, textura argilosa a muito argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa, substrato Basalto ou Diabásio, todos fase relevo ondulado
NV1	NVef1	NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado
NV12	NVef2	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, textura muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, ambos A moderado, fase relevo ondulado
NV7	NVef3	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, substrato Basalto, ambos A moderado, textura muito argilosa, fase relevo ondulado
NV15	NVef4	Associação de NITOSSOLO VERMELHO típico, NITOSSOLO VERMELHO latossólico + LATOSSOLO VERMELHO típico, todos Eutroféricos, A moderado, textura muito argilosa, ambos fase relevo suave ondulado
NV16	NVe	Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, A chernozêmico, textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico/Distrófico, A moderado, textura argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico/Distrófico, A chernozêmico e moderado, textura média e argilosa, todos fase relevo ondulado
<b>ORGANOSSOLOS</b>		
<b>ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICO</b>		
OJ1	OJ1	ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO ou HÁPLICO, fase relevo plano
OJ2	OJ2	Associação complexa de ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO + GLEISSOLO MELÂNICO/HÁPLICO indiscriminado, todos fase relevo plano
<b>ORGANOSSOLOS HÁPLICOS</b>		
OX1	OXs	ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico típico, fase relevo plano
OX2	OXd1	Associação de ORGANOSSOLO HÁPLICO + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado, ambos fase relevo plano
OX4	OXd2	Associação de ORGANOSSOLO HÁPLICO + GLEISSOLO MELÂNICO ou HÁPLICO Distrófico Tb, textura argilosa, ambos fase relevo plano
OX3	OX	Associação de ORGANOSSOLO HÁPLICO + GLEISSOLO HÁPLICO ou MELÂNICO indiscriminados, ambos fase relevo plano
<b>PLANOSSOLOS</b>		
<b>PLANOSSOLOS HÁPLICOS</b>		
SX3	SXd	Associação de PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico, A moderado e proeminente, textura arenosa/média e arenosa/argilosa + ORGANOSSOLO HÁPLICO Distrófico, ambos fase relevo plano
SX4	SX1	Associação de PLANOSSOLO HÁPLICO, A moderado e proeminente, textura arenosa/média e arenosa/argilosa + ARGISSOLO AMARELO/VERMELHO-AMARELO Eutrófico, textura arenosa/média e média, ambos fase relevo plano
SX2	SX2	Associação de PLANOSSOLO HÁPLICO indiscriminado Ta, A moderado + GLEISSOLO HÁPLICO indiscriminado, ambos fase relevo plano
SX1	SX3	Grupamento indiscriminado de PLANOSSOLO HÁPLICO Ta, A moderado, todos fase relevo plano
<b>PLINTOSSOLOS</b>		
<b>PLINTOSSOLOS PÉTRICOS</b>		
FF1	FFc1	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário êtrico ou Distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo forte ondulado
	FFc2	Complexo de PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico, textura média/média muito cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO petroplíntico e plíntico, textura média + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb plíntico, textura média cascalhenta e não cascalhento, todos Eutróficos e Distróficos, A moderado, ácidos, fase relevo ondulado e suave ondulado
FF2	FFif	PLINTOSSOLO PÉTRICO ou HÁPLICO Litiplíntico ou Concrecionário típico ou Distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado
AF	AR	Afloramento Rochoso+ NEOSSOLO LITÓLICO indiscriminado

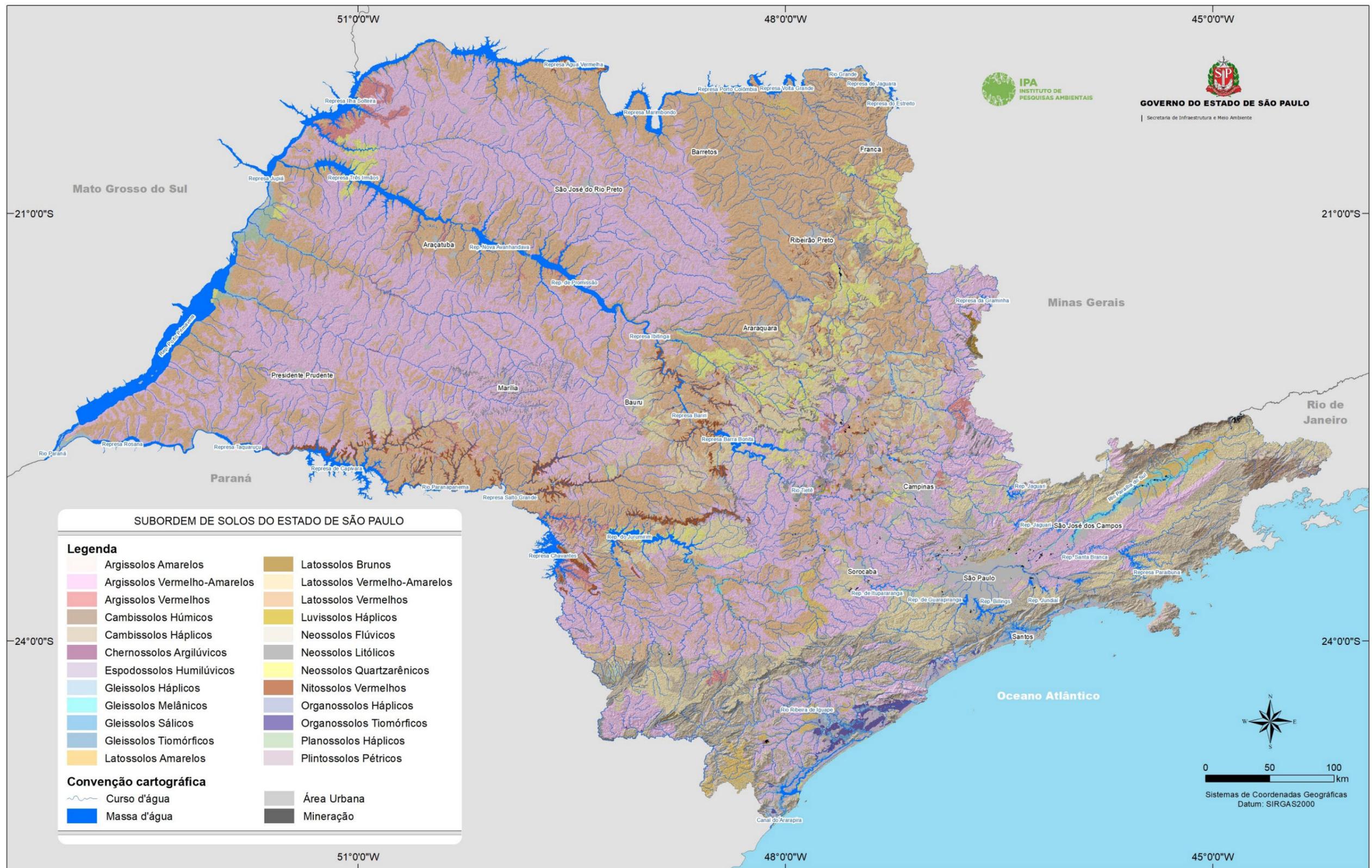


Figura 6. Mapa pedológico do Estado de São Paulo (2022).



## SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS GEOMÓRFICOS DOMINANTES

Marcio Rossi

Para se estabelecer a suscetibilidade aos processos geomórficos levou-se em consideração os atributos pedológicos, a dinâmica natural dos terrenos com relação ao relevo e litologia, e à interferência antrópica. Adotou-se a classificação de suscetibilidade muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, de acordo com atributos como textura e profundidade do solo, morfologia do relevo, declividade e litologia, considerando e adaptando as proposições de Ross (1990) e Mattos et al. (1996), sempre em uma análise qualitativa e comparativa das unidades mapeadas.



O procedimento parte das unidades de mapeamento pedológicas como sendo o menor delineamento avaliado. Assim, todas as interpretações deste capítulo contam com essa premissa.



Os principais processos geomórficos apresentados em Nakazawa et al. (1994), como erosão, movimentos de massa, enchimento/assoreamento, inundação, afundamento cárstico e recalque, bem como as análises e mapas estabelecidos por Kertzman et al. (1995), Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT (2012) e Almeida Filho et al. (2015), são interpretados para cada unidade de mapeamento utilizada por Rossi (2017), aqui atualizadas.

CPLA/IG (São Paulo, 2014) utilizando metodologia de unidades básicas de compartimentação (UBC) e, posteriormente, São Paulo (2017), atrelando unidades homogêneas da cobertura e uso da terra (UHCT), apresentaram mapeamento do perigo de escorregamento e de inundação para o Estado de São Paulo, material este utilizado para verificação e possíveis ajustes neste mapeamento.

O resultado é apresentado como potencial de suscetibilidades e delineados nas Figuras 7, 8, 9, 10, 11 e 12.



**Planície de inundação, Rio Ribeira de Iguape**  
(foto: Isabel Fernandes de Aguiar Mattos - 2010)



## Erosão por Ravinas e Voçorocas

O conhecimento e distribuição dos tipos de solo, de suas propriedades e características químicas, físicas e hidrológicas, permite inferir sua suscetibilidade natural à erosão (Demarchi e Zimback, 2014). Erosão é o processo natural de modelagem dos terrenos (processos físico-químico-hidrológicos), que implica em perdas, desgastes e acumulações de materiais, provocados pelo clima (precipitação e temperatura), por processos geológicos, pela ação da água, vento e gelo e intensificado pelas ações humanas, causando feições típicas nas paisagens. Essas feições possuem nomes distintos, de acordo com sua forma e profundidade de incisão. Assim, a erosão laminar, abrange superfícies do terreno e ocorre em forma de lençol, retirando finas camadas de solo; o sulco é uma incisão erosiva linear, pouco profunda que se forma no solo em função do escoamento superficial concentrado; e a ravina é, geralmente mais profunda que o sulco. As voçorocas são erosões do solo em fendas profundas e de expressão em área maior, originadas tanto de escoamento superficial como subsuperficial, normalmente atingem o lençol d'água suspenso ou em profundidade.



Erosão linear em sulco, em Argissolos na região de Bauru  
(foto: Marcio Rossi - 2007)

Com relação aos processos de ravinas e voçorocas no Estado de São Paulo, Kertzman et al. (1995) indicaram as áreas de suscetibilidade usando metodologia de análise integrada da paisagem e produz um mapeamento. IPT (2012) e Almeida Filho et al. (2015) apresentaram os processos erosivos lineares instalados, com relação a ravinas e voçorocas, para o Estado de São Paulo em áreas urbanas e rurais, com vistas ao equacionamento de problemas gerados por esses processos. Apoiados nessas informações foram gerados novos dados com análise interpretativa, possibilitando estabelecer classes de suscetibilidades, utilizando como base os delineamentos apresentados em Rossi (2017), atualizados neste trabalho, e comparado e verificado pelo trabalho de identificação desses processos elaborado por IPT (2012).

Nakazawa et al. (1994) fizeram uma avaliação geotécnica para o Estado de São Paulo, indicando os processos do meio físico importantes para a previsão desse comportamento nos terrenos, ante o seu uso, e

apresentam graus de suscetibilidade a esses processos, os quais serviram também para qualificar parte das áreas aqui avaliadas. Da mesma forma, Peixoto (2010) apresentou a geodiversidade do Estado de São Paulo, em que divide a área em unidades geológico-ambientais, indicando potencialidades e limitações ao uso e à ocupação.



Erosão em ravina profunda no Neossolo Quartzarênico,  
no município de Cajuru  
(foto: Marcio Rossi - 2018)

As unidades de mapeamento dominantes no Estado de São Paulo são os Latossolos e os Argissolos, que ocorrem ou em unidades simples ou em associação com outro tipo de solo e apresentam ainda, variações de seus atributos e entre as unidades de mapeamento associadas, o que propicia variação da suscetibilidade nas unidades mapeadas. Essa suscetibilidade está associada também aos atributos do relevo (formas, declives) e da litologia (fraturamento, composição). As classes utilizadas foram muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, interpretadas e apresentadas, conforme estabelecido no Quadro 9 e delineado nas Figuras 7 e 8.

Assim, os Argissolos, em sua maioria, apresentam suscetibilidade à erosão alta a muito alta, enquanto os Latossolos, suscetibilidade baixa. Os Cambissolos também ocupam áreas expressivas e, de maneira geral, apresentam suscetibilidade alta aos processos erosivos. De forma geral, a maior parte das feições erosivas lineares encontradas por IPT (2012) concentram-se nas unidades de mapeamento de Argissolos e outras unidades de solos em regiões com declive de maior energia.

Outras unidades de mapeamento, com expressividade menor em área, apresentam suscetibilidade variada, tais como: Chernossolos (suscetibilidade baixa), Espodossolos (média), Luvisolos (alta a muito alta), Neossolos Litólicos (alta, porém há unidades de suscetibilidade média e baixa), Neossolos Quartzarênicos (alta a muito alta), Nitossolos (baixa e média), Planossolos (média, na região de Piracicaba), Plintossolos (baixa) e algumas unidades de Latossolos com média suscetibilidade LVef/df5, LVef/df6, LVd3, LVd6; LVAd5, LVAd7, LVAd9, LVAd11, LVAd13, LVAd14, LVAd17, LVAd20, LBd1, LBd2, LBd3 (Rossi, 2017=LV4, 5, 21, 22, LVA4, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 17; LB1, 2, 3) e alta LAd8 (Rossi, 2017=LA11).



Quadro 10. Síntese das unidades de mapeamento de solos do Estado de São Paulo: relevo, geologia e suscetibilidade aos processos de ravinas e voçorocas.

Unidade de Mapeamento (Rossi, 2017)	Unidade de Mapeamento (2021)	Solos	Relevo	Geologia	Suscetibilidade aos processos	Classes de suscetibilidade aos processos erosivos de ravinas	Classes de suscetibilidade aos processos erosivos de voçorocas	Observação
PVA1, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 44, TX1	PVAe2, PVAe3, PVAe7, PVAe/d1, PVAe/d3, PVAe/d4, PVAe/d5, PVAe/d6, PVAe/d7, PVAd1, PVAd2, PVAd9, PVAd10, PVAd11, PVAd22, PVA2; TXp2	Argissolos textura arenosa/média abruptos	Muito declivoso de colinas médias e morrotes alongados	Arenitos das Formações Marília, Adamantina, Botucatu, Piramboia e Itaqueri	Extremamente suscetíveis às ravinas e voçorocas	Muito alta	Muito alta	Áreas mais afetadas pelos processos erosivos; <i>piping</i> ; elevado gradiente textural
PA; PVA2, 4, 6, 9, 14, 28	PAd4, PAd5; PVAe4, PVAe5, PVAe6, PVAe/d2, PVAd7, PVAd20	Argissolos textura arenosa/média não abruptos	Declivosos de colinas médias e morrotes alongados	Arenitos Formações Itararé, Adamantina, Caiuá, Santo Anastácio, Botucatu, Piramboia e Itaqueri	Muito suscetíveis às ravinas e voçorocas	Alta	Alta	Baixa gradiência textural dos solos existentes nessas áreas, aliada à alta permeabilidade, encostas declivosas
PV4, 9, 11; PVA17, 30, 34, 38, 39, 41, TX2, 3, 4, 5	PVe3, PVe4, PVd4, PVd5; PVAd4, PVAd6, PVAd8, PVAd16, PVAd24, PVAd26; TXp1, TXp3, TXp4, TXp5	Argissolos textura arenosa/argilosa ou média/argilosa; argissolos com cascalho e Luvisolos	Muito declivosos de colinas médias, morros isolados e morrotes alongados	Variada	Suscetíveis às ravinas e pouco suscetíveis às voçorocas	Alta	Média	Gradiência textural, declives acentuados; ravinas pouco profundas
PVA27, 35, 36, 43, 45	PAd2, PAd3; PVAd17, PVAd19, PVAd25, PVAd27, PVAd28					Média	Média	
	PAd1, PAd6					Média	Média	
PV1, 2, 6, 7, 12; PVA3, 15, 16, 21, 22, 29, 31, 32, 33, 37, 40, 42	PVe1, PVe2, PVd1, PVd6, PV; PVAe1, PVAd3, PVAd5, PVAd12, PVAd13, PVAd14, PVAd15, PVAd18, PVAd21, PVAd23, PVAd29, PVA1	Argissolos latossólicos, Argissolos argilosos	Colinas com baixo a moderado declive	Arenitos variados, Metassedimentos, Granitoides	Suscetíveis a ravinas	Média	Baixa	Baixa gradiência textural dos solos, aliada à alta permeabilidade e encostas pouco declivosas
PV3, 5, 8, 10	PVe5, PVe6, PVd2, PVd3					Baixa	Baixa	
LA11, RQ2, 3, 4, 5	LAd8; RQo1, RQo2, RQo4, RQo5	Latossolos textura média grossa ou pouco profundos e Neossolos Quartzarênicos	Pouco declivoso de colinas amplas e morros amplos	Arenitos Formações Adamantina, Botucatu, Piramboia e Itaqueri. < proporção Aquidauana, Santo Anastácio e Caiuá	Alta a moderadamente suscetível às ravinas e voçorocas	Alta	Alta	Concentrações de água por obras e estruturas lineares
RL2, 3, 4, 5, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25	RLe/d2, RLe/d3, RLe/d4, RLe/d5, RLe/d9, RLe/d10, RLe/d11, Rlm1, Rlm2, RLd2, RLd4, RLd5,	Solos rasos, Neossolos Litólicos	Escarpados, altos declives de morros e montanhas.	Variada (rochas do Embasamento Cristalino, Arenitos diversos, Basaltos)	Suscetível à ravina e movimentos de massa (rastejos, escorregamentos e quedas de blocos); não suscetível às voçorocas	Alta	Baixa	Altos declives, instabilidade de encostas, erosão laminar e ravinas rasas. Concentração de fluxo
LB1, 2, 3, CX23	LBd1, LBd2, LBd3; CXbd7	Latossolos Brunos, Cambissolos				Média	Baixa	
RL1, 9, 10, 12, 19, 23	RLe1, RLe3, RLe/d12, RLe/d13, RLe/d14, RLd3	Solos rasos, Neossolos Litólicos	Escarpas e encostas com cânions; morros com serras e montanhas; mesas basálticas	Botucatu/Pirambóia, Basalto/Diabásio, Bauru, Granitoides	Baixa suscetibilidade às voçorocas e alta a ravinas e movimentos de massa	Alta	Baixa	Altos declives, instabilidade de encostas, erosão laminar e ravinas rasas. Concentração de fluxo
MT1, 2, 3, 4, 5, 6	MTfo1, MTfo2, MTto1, MTto2, MTto3, MTto4	Chernossolos, Solos rasos	Escarpas, morros, montanhas; mesas basálticas	Basalto/Diabásio, Complexo Cristalino, Granitoides	Baixa suscetibilidade à ravinas e baixa a média a movimentos de massa	Baixa	Baixa	Altos declives, instabilidade de encostas, erosão laminar e ravinas rasas. Concentração de fluxo
RL6, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 26	RLe/d1, RLe/d6, RLe/d7, RLe/d8, RLe/d15, RL, RLe2, RLd1					Alta	Baixa	
CX1, 9, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25	CXbd1, CXbd2, CXbd8, CXbd9, CXbd10, CXbd13, CXbd/e, CXb1, CXb2, CXd1, CXd2	Solos pouco profundos a profundos Cambissolos	Morros e montanhas	Metassedimentos, Granitoides	Média suscetibilidade aos processos erosivos e alta/muito alta para movimentos de massa	Média	Média	Altos declives, instabilidade de encostas, erosão laminar e ravinas rasas. Concentração de fluxo
CX2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 16	CXbd3, CXbd4, CXbd5, CXbd6, CXbd7, CXbd11, CXb3, CXd3, CXd4, CXd/e	Solos pouco profundos a profundos Cambissolos	Morrotes alongados e espigões, morros	Arenito, Siltito, Granitoides, Metassedimentos	Alta/muito alta suscetibilidade aos processos erosivos	Alta	Média	Altos declives, instabilidade de encostas, erosão laminar e ravinas rasas. Concentração de fluxo
CX15, 19	CXve, CXbe2	Solos pouco profundos a profundos Cambissolos	Morros em áreas de sumidouros, Serras alongadas	Metacalcáreo	Alta/muito alta suscetibilidade aos processos erosivos, Afundamento cárstico	Alta	Baixa	CX1-média afundamento cárstico em parte de Itararé e Bom Sucesso de Itararé; CX16-média afundamento cárstico em parte localizada no vale do Ribeira; alta em parte localizada de Santa Isabel e limite entre Guarulhos/Mairiporã
CH1, 2	CHd1, CHd4	Solos pouco profundos com baixos declives	Colinas pequenas paralelas	Arenitos Furnas	Baixa a média suscetibilidade aos procesos erosivos	Média	Baixa	Ravinas pouco profundas, solos rasos e dependente de declive
CH3, 4	CHd2, CHd3	Solos pouco profundos em declives acentuados	Escarpados, altos declives de morros e montanhas.	Granitoides	Média a alta suscetibilidade aos processos erosivos e movimentos de massa	Alta	Baixa	Altas declividades

**Continuação Quadro 9.** Síntese das unidades de mapeamento de solos do Estado de São Paulo: relevo, geologia e suscetibilidade aos processos de ravinas e voçorocas.

Unidade de Mapeamento (Rossi, 2017)	Unidade de Mapeamento (2021)	Solos	Relevo	Geologia	Suscetibilidade aos processos	Classes de suscetibilidade aos processos erosivos de ravinas	Classes de suscetibilidade aos processos erosivos de voçorocas	Observação
NV1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 15	NVef1, NVef4, NVdf/ef1, NVdf/ef2, NVef/df1, NVef/df2, NVef/df5, NVef/df6	Nitossolos	Movimentados de colinas amplas e médias, morros amplos	Basalto, Diabásio e sedimentos finos (Arenitos, Argilitos, Folhelhos, etc.)	Suscetíveis às ravinas e não suscetíveis às voçorocas	Baixa	Baixa	Baixa gradiência textural, ravinas pouco profundas devido à textura,
NV11, 12, 16	NVdf/ef3, NVef2, NVe	Nitossolos associados a solos rasos	Mesas basálticas, encostas com cânions, escarpas e morrotes	Basalto, Diabásio e sedimentos finos (Arenitos, Argilitos, Folhelhos, etc.)	Suscetíveis às ravinas e não suscetíveis às voçorocas	Baixa	Baixa	Suscetibilidade devido aos componentes secundários da unidade de mapeamento e ao declive localizado
NV7, 8, 9, 10, 14	NVef3, NVdf/ef4, NVef/df3, NVef/df4, NVef/df7					Média	Baixa	
LA4,5; LV2, 3, 17, 27; LVA2, 3, 19, 20	LWf2, LAdf/wf2; LVef2, LVef/df7, LVdf/wf, LVd11; LVAd2, LVAd3, LVAd4, LVAd12,	Latossolos textura argilosa	Relevo movimentado de colinas médias, morros e morrotes, forte ondulado	Basalto, Diabásio e sedimentos finos (Arenitos, Argilitos, Folhelhos, etc.)	Suscetíveis às ravinas e não suscetíveis às voçorocas	Baixa	Baixa	Profundos, microagregação, alta permeabilidade. Baixa taxa de suscetibilidade à erosão
LA1, 2, 3; LV1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 25, 29, 30, 31	LAdf, LAdf/wf1, LAwf1; LVef1, LVef/df1, LVef/df2, LVef/df3, LVef/df4, LVdf/ef1, LVdf/ef2, LVdf1, LVdf2, LVdf3, LVdf4, LVwf, LVwf/df, LVd1, LVd2, LVd5, LVd12, LVe/d		Relevo pouco movimentado de colinas médias, morros e morrotes, suave ondulado a ondulado			Muito Baixa	Muito Baixa	
LA6, 7, 8, 10, 12; LV19, 21, 23, 24, 26, 28; LVA1, 5, 11, 12, 13, 15, 16, 18	LAd1, LAd2, LAd3, LAd6, LAd7; LVe, LVd3, LVd4, LVd7, LVd8, LVd9; LVAd1, LVAd6, LVAd8, LVAd10, LVAd15, LVAd16, LVAd18, LVAd19	Latossolos textura argilosa ou média fina	Relevo de colinas amplas e morros amplos, ondulado e localmente forte ondulado	Basalto, Diabásio e sedimentos finos (Arenitos, Argilitos, Folhelhos, etc.)	Suscetíveis às ravinas e não suscetíveis às voçorocas	Baixa	Baixa	Profundos, microagregação, permeabilidade. Baixos declives
FF1	FFc1, FFc2	Plintossolos	Relevo pouco movimentado de colinas amplas e morros amplos	Sedimentos finos (Arenitos, Argilitos, Folhelhos, etc.)	Suscetíveis às ravinas e não suscetíveis às voçorocas	Média	Baixa	Presença de petroplintita, cascalhos que podem induzir erosões lineares
FF2	FFc					Não suscetíveis	Muito Baixa	Muito Baixa
LV4, 5, 22; LVA4, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 17	LVef/df5, LVef/df6, LVd6, LVd10; LVAd5, LVAd7, LVAd9, LVAd11, LVAd13, LVAd14, LVAd17, LVAd20	Latossolos textura média ou argilosos com associações mais suscetíveis	Colinas amplas e médias, topos e áreas aplainadas de morros	Sedimentos finos, Basaltos	Suscetíveis às ravinas e voçorocas	Média	Média	Suscetibilidade devido aos componentes secundários ou à textura média grossa
SX3, 4 (SX2 na planície do Rio Paraná) FF1, 2, OJ, OX, GX, GM, GJ, RY	SXd, SX1 (SX2 na planície do Rio Paraná); Todos (OJ, OX, GX, GM, GJ, RY)	Hidromórficos (Gleissolos, Neossolos Flúvicos, Organossolos, Planossolos)	Planícies e terraços fluviais e baixas vertentes	Sedimentos (Aluviais, Fluviais, Lacustres e Mistos)	Pouco ou não suscetíveis às ravinas e voçorocas. Suscetíveis ao assoreamento, erosão de canal, solapamento	Muito Baixa	Muito Baixa	Áreas de agradação, encharcamento, inundação e contaminação.
RQ1, 6	RQg1, RQg3, RQo6; PAD1, PAD6	Neossolos Quartzarênicos,			Suscetíveis às ravinas, ao assoreamento, erosão de canal, solapamento	Média	Média	Solapamento e erosão de canais nas planícies fluviais e assoreamento generalizado
GZ	GZn	Gleissolos Sálcos	Planícies de maré	Sedimentos Fluviais e Marinhas	Erosão de canal, solapamento	Média	Baixa	Áreas sujeitas à inundação diária, assoreamento e erosão de maré
LA9, 13	LAd4, LAd5	Latossolos associados a solos hidromórficos	Pouco movimentado de Colinas amplas e Morrotes baixos	Granitoides e Metassedimentos	Não suscetíveis às ravinas e voçorocas. Suscetíveis ao encharcamento	Baixa	Baixa	Áreas sujeitas ao encharcamento
RL25	RLd2	Neossolo Litólico e Gleissolo associado	Fundo de vale pouco movimentado de colinas e morros alongados	Arenito Furnas	Não suscetíveis às ravinas e voçorocas. Suscetíveis ao encharcamento	Baixa	Baixa	Áreas sujeitas ao encharcamento
RQ7, 8, EK	RQo3, RQg2 ; EK	Neossolo Quartzarênico, Espodossolo	Planície litorânea e terraços marinhos	Sedimentos Marinhas	Pouca a moderada suscetibilidade a erosão	Média	Baixa	Relevo plano com muito baixo declive, sujeito aos processos erosivos de maré
SX1, 2 (região de Piracicaba)	SX3, SX2 (região de Piracicaba)	Planossolos com baixa inclinação de vertente	Pouco movimentado de Colinas	Siltito argiloso	Moderada suscetibilidade à erosão	Média	Média	Baixo declive e relação textural entre horizontes
CX7, 14	CXbd12, CXbe1	Cambissolos e solos hidromórficos	Planícies fluviais e cones de dejeção	Sedimentos Aluviais e Fluviais	Média suscetibilidade à erosão e alta suscetibilidade ao encharcamento e assoreamento	Média	Baixa	Áreas de agradação, encharcamento, inundação e contaminação
AF	AR	Rochas	Cristas, rupturas de declive e vertentes com alta declividade	Variados	Baixa suscetibilidade à erosão e alta suscetibilidade aos movimentos de massa	Baixa	Baixa	Declives variados, rochas expostas



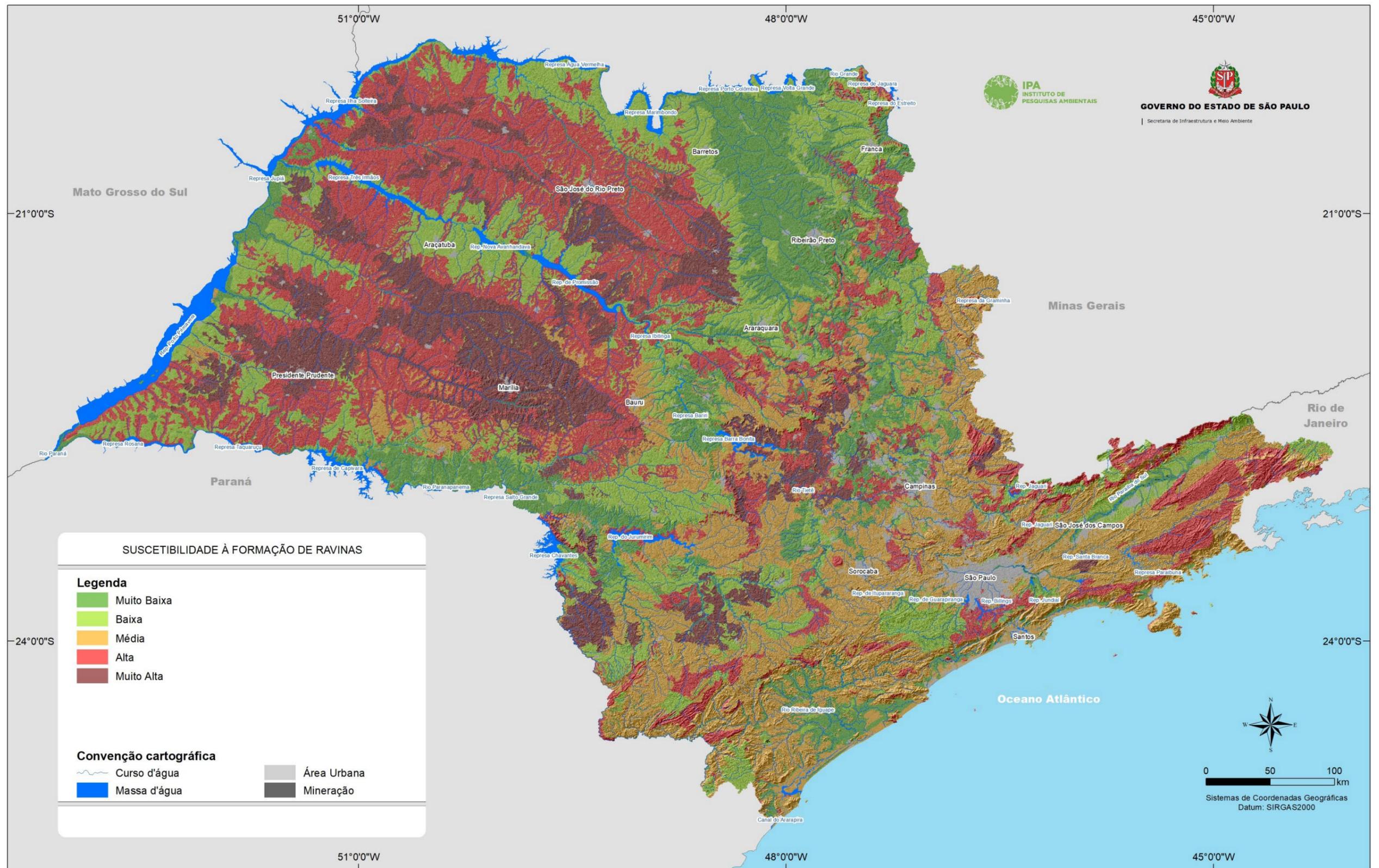


Figura 7. Suscetibilidade à formação de ravinas no Estado de São Paulo.

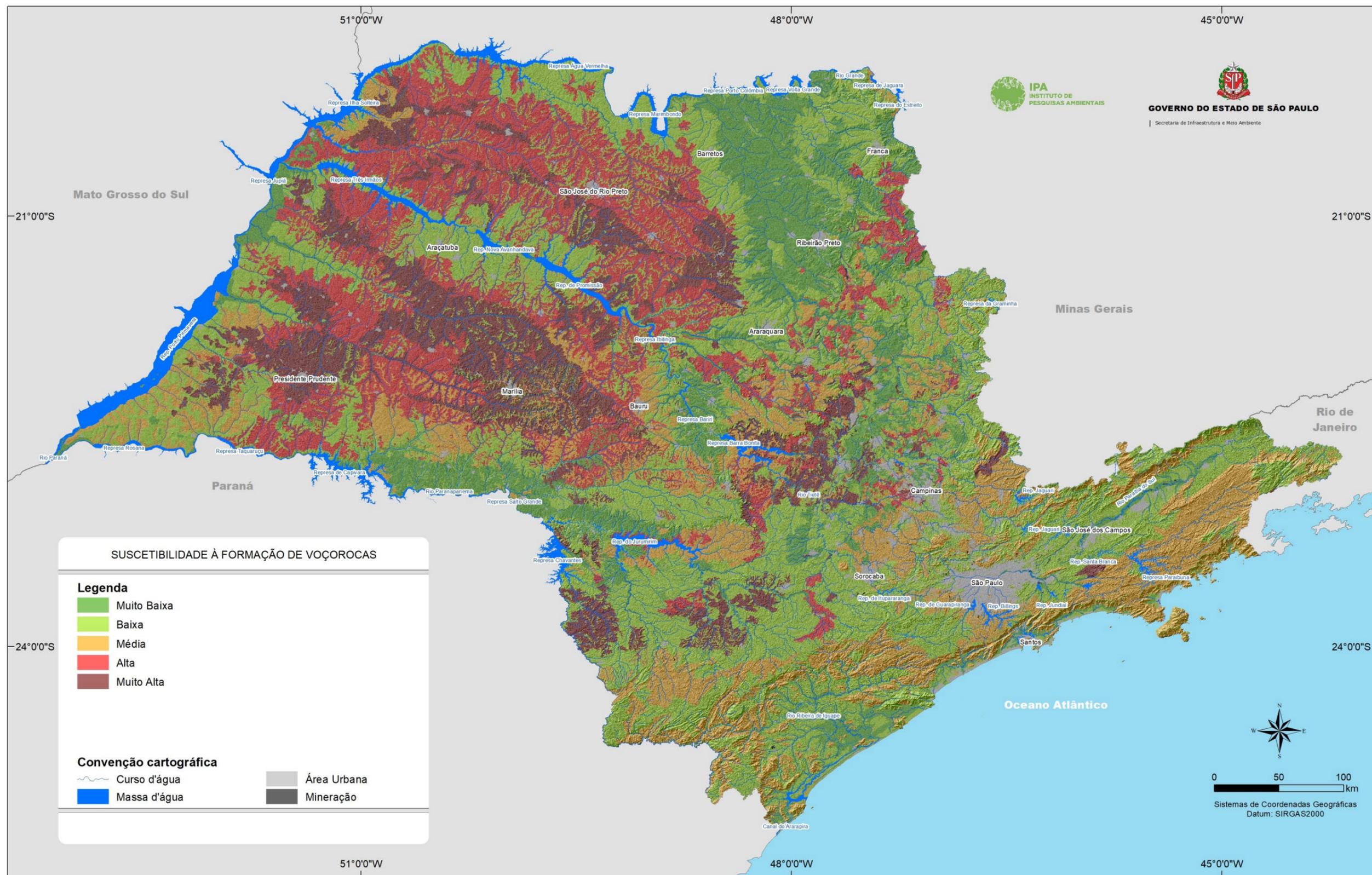


Figura 8. Suscetibilidade à formação de voçorocas no Estado de São Paulo.

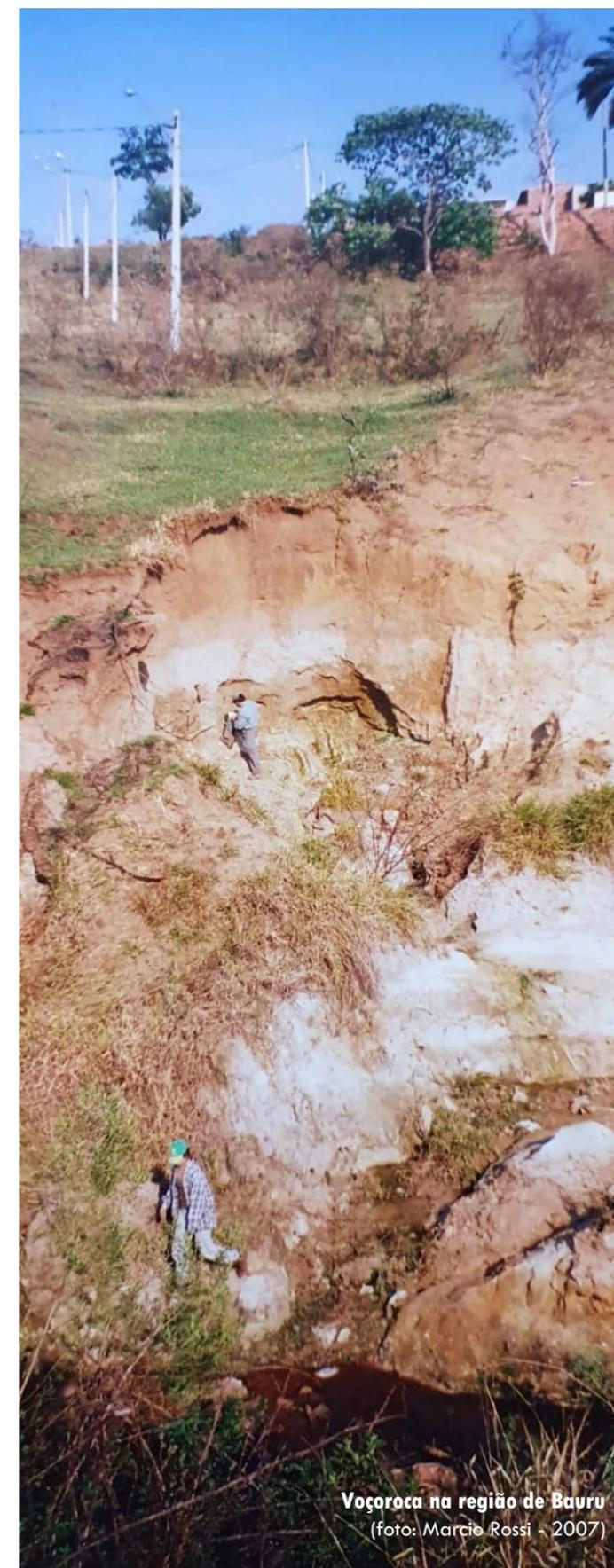
Em análise da sobreposição do mapa pedológico com a incidência de erosão em área rural elaborada por IPT (2012), há uma nítida relação entre as incisões erosivas e as subordens de solos. A Tabela 1 mostra a porcentagem do número de erosões registradas, com uma sequência que inicia com o predomínio de incisões nos Argissolos Vermelho-Amarelos (67,5%), com criticidade de muito alta a alta, seguida pelos Latossolos Vermelhos (10%), com criticidade variada; os Latossolos Vermelho-Amarelos (aproximadamente 9%), com criticidade média a alta em sua maioria; os Cambissolos Háplicos (4,5%), com criticidade concentrada na classe alta; os Neossolos Litólicos (3%), com criticidade concentrada na classe muito alta. As demais subordens de solos apresentam baixa incidência de feições erosivas lineares (< 2%) e com criticidade variada: 1,8% em Neossolos Quartzarênicos, com criticidade muito alta; 1,6% em Argissolos Vermelhos, com criticidade alta e baixa; 0,7% em Nitossolos Vermelhos, com criticidade baixa e muito alta; 0,6% em Latossolos Amarelos, com criticidade baixa; e outras classes com 0,4% e criticidade muito baixa. A variação da criticidade apresentada tem como prováveis causas as variações em função do uso, dos aspectos do relevo, como declive, forma e exposição de vertente; de variações nos aspectos litológicos; de microclimas e, de variações nos atributos pedológicos dentro de cada unidade de mapeamento.

**Tabela 1.** Ocorrência de erosões por subordem de solos, de acordo com a criticidade apresentada por IPT (2012)

Subordem de solos	% de criticidade (IPT, 2012)					Total
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa	
PVA	37	17	3,9	9,3	0,3	67,50
LV	2,6	1,18	2,37	3,7	0,15	10,00
LVA	1,52	1,96	3,68	1,53	0,08	8,77
CX	0,01	3,14	0,99	0,26	0,03	4,43
RL	1,99	0,47	0,11	0,51	0,02	3,10
RQ	1,3	0,14	0,29	0,1	0,02	1,85
PV	0,3	0,69	0,1	0,6	0,01	1,70
NV	0,2	0,02	0,08	0,42	0	0,72
LA	0,05	0,15	0,03	0,37	0,01	0,61
GX	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03	0,22
CH	0	0,16	0	0,01	0	0,17
Outras	0,11	0,17	0,06	0,25	0,35	0,93
Total	45,13	25,13	11,65	17,1	1	100,00

Contando com aproximadamente 40.000 incisões erosivas detectadas por IPT (2012), 10.000 estão em classes de Argissolos com horizontes superficiais arênicos ou espessos arênicos (25%) e destas, 9.400 estão nas categorias de muito alta e alta criticidade. Ainda nessa perspectiva, aproximadamente 27.500 incisões erosivas (69%) ocorrem em solos com relação textural binária e/ou abrupta, sendo 56% nas classes muito alta a alta criticidade.

Por outro lado, a avaliação estabelecida aqui para classes de potencial de suscetibilidade à erosão (Figura 16) apresenta aproximadamente 50% de todas as incisões erosivas demarcadas por IPT (2012), nos delineamentos das classes de suscetibilidade muito alta e alta e 36% na classe média suscetibilidade, mostrando a coerência entre a potencialidade estabelecida e os dados coletados por IPT (2012).



**Voçoroca na região de Bauru**  
(foto: Marcio Rossi - 2007)

## Movimentos de massa

Movimentos de massa referem-se a deslocamentos em descida de solos, rochas, sedimentos, vegetação e materiais sob o efeito da gravidade, pela encosta abaixo, geralmente deflagrada ou potencializada pela ação das águas. Atuam, preferencialmente, na declividade do terreno, quando a gravidade supera as forças de atrito. Esses movimentos de massa podem ser divididos, entre outros, em quedas de blocos, escorregamentos e rastejos. As quedas de blocos são movimentos em queda livre de blocos ou fragmentos rochosos que se desprendem de vertentes íngremes, pela perda de apoio, pela rotação do material rochoso, pela estrutura da rocha (xistosidade e acamamento) em variação de temperatura ou alívios de pressão. Os escorregamentos são movimentos rápidos de solo e rocha que ocorrem em superfícies de ruptura de cisalhamento. Geralmente associados a relevos com declividades altas, a rupturas de declive nítidas, a solos pouco profundos ou rasos, ou ainda, associados à xistosidade, faturamento e foliação das rochas. E os rastejos são movimentos lentos e contínuos de solo, no sentido descendente em parte de vertente, que afetam os horizontes superficiais do solo, os contatos de transição solo/rocha, ou ainda, rochas alteradas e fraturadas.

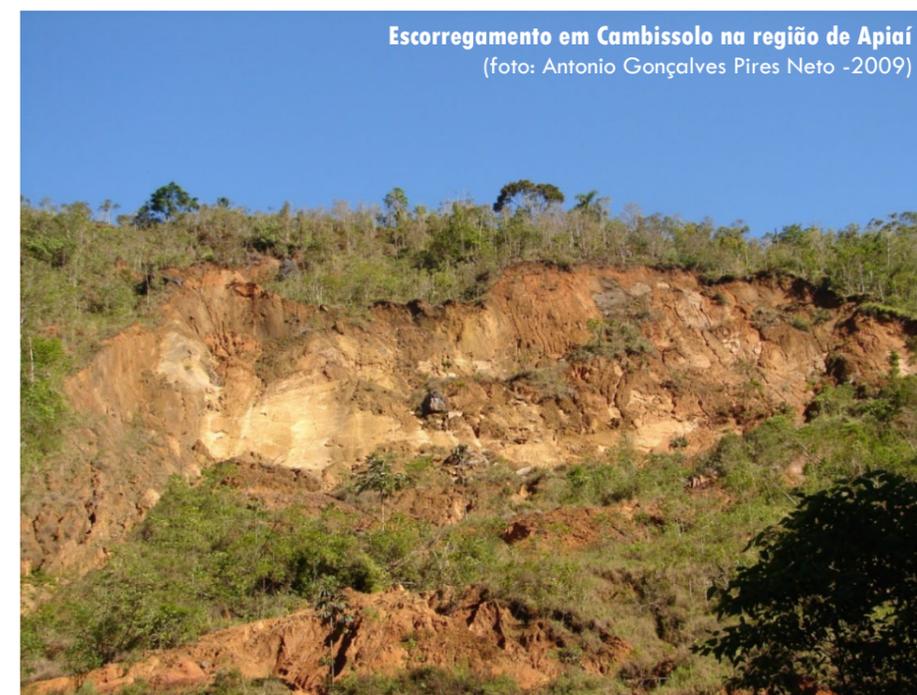


**Escorregamento em solos rasos no Parque Estadual de Ilhabela**  
(foto: Marcio Rossi-2017)

O termo movimentos de massa, aqui abordado, refere-se de forma generalizada aos escorregamentos, rastejos e quedas de blocos, de forma a indicar áreas de ocorrência e não individualizar por unidade de mapeamento de solos. Assim, foram adotadas as classes baixa, média, alta e muito alta, ligadas aos atributos pedológicos avaliados e às classes de declives, sendo que os declives acentuados, comumente superiores a 24° (45%), foram utilizados como suficientes para classes mais suscetíveis.

As unidades de mapeamento que concentram maiores suscetibilidades aos movimentos de massa são a maior parte dos Cambissolos e dos Neossolos Litólicos nas categorias alta e muito alta, algumas unidades de Argissolos nas categorias alta e muito alta suscetibilidade (parte dos PVAe1, PVAd5, PVAd29, PVAd22, PVA1, PVAd23, PVAd18, PVAd19, PVAd15, PVAd16, PVAd8, PVAd12 (Rossi, 2017 = PVA3, 15, 21, 26, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40), as unidades de Latossolos Brunos nas categorias, alta e muito alta suscetibilidade, parte de

unidades de Latossolos LVAd14 e LVAd10 (Rossi, 2017 = LVA14, 16), todos associados a relevos de morros, montanhas, cuestras ou escarpas.



**Escorregamento em Cambissolo na região de Apiaí**  
(foto: Antonio Gonçalves Pires Neto - 2009)

Nos sopés das encostas, principalmente na Serra do Mar, ocorrem unidades de mapeamento com média suscetibilidade aos movimentos de massa, com destaque para a unidade de Cambissolos CHd4 e CXd1 (Rossi, 2017 = CH2, CX20).



**Rastejo em relevo de morros, no município de São Miguel Arcanjo, Região do Parque Estadual Carlos Botelho**  
(foto: Marcio Rossi - 2006)

Na categoria de média suscetibilidade encontram-se ainda, em parte ou na totalidade, algumas unidades de Neossolos Litólicos RLe/d15, RLe/d7, RLe/d6, RLe/d9 RLe/d11, RLd1 (Rossi, 2017 = RL11, 13, 14, 18, 24 e 26), Latossolos LAAd6; LVAd4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17 (Rossi, 2017 = LA8; LVA9, 10, 13, 14, 15, 16, 17,

18, 20), Chernossolos MTo3, MTo4 (Rossi, 2017 = MT5, 6), Argissolos PVA1, PVAd3, 5, 8, 12, 15, 16, 18, 19, 23, 28, PVe5 (Rossi, 2017 = PVA15, 16, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 45; PV5) e Cambissolos CXd/e, CXbd6, 7, CXve (Rossi, 2017 = CX10, 15, 16, 23).



Há uma concordância parcial do mapeamento em boa parte dos delineamentos, quando comparados com Nakazawa et al. (1994) e São Paulo (2014), diferindo, por vezes, em termos de grau de suscetibilidade, muito em função de metodologias e objetivos finais distintos.

Outras unidades de mapeamento encontradas em relevo como acima citado podem apresentar suscetibilidade aos movimentos de massa em diferentes graus ou categorias (Figura 9).

Exemplos:

- PVAe1, PVAd5 (Rossi, 2017 = PVA3, 15), alta suscetibilidade em Socorro, Nazaré Paulista, Joanópolis;
- PVAd5, PVAd18 (Rossi, 2017 = PVA15, 32), média suscetibilidade na região de Juquiá, Tapiraí, Miracatu, Araçariguama, Mairiporã, Franco da Rocha, Suzano, Ribeirão Pires, Ferraz de Vasconcelos, Mauá, Nazaré Paulista, Amparo;
- PVAd16, PVAd19 (Rossi, 2017 = 36, 38), alta suscetibilidade na Serra do Japi (Jundiaí, Cabreúva), Iperó;
- PVAd16, PVAd19 (Rossi, 2017 = 36, 38), média suscetibilidade no eixo Pinhalzinho/Joanópolis, em setores da Serra do Itatins (Tapiraí, Miracatu, Pedro de Toledo), Itanhaém, Barra do Chapéu, Itapirapuã Paulista, Aíá, Ribeira, Itaóca;
- PVAd5 (Rossi, 2017 = PVA15), média suscetibilidade na região de Caconde, Bom Jesus dos Perdões, Itapirapuã Paulista, Jacupiranga;

- PVAd16 (Rossi, 2017 = PVA38) muito alta suscetibilidade no Vale do Paraíba (entre Taubaté e Silveiras);
- NVef2 (Rossi, 2017 = NV12), alta suscetibilidade na região de Avaré;
- LVdf/ef1 (Rossi, 2017 = LV10), média suscetibilidade na região entre Franca e Pedregulho (Buritizal, Ituverava, Jeriquara, Cristais Paulista, Ribeirão Corrente).



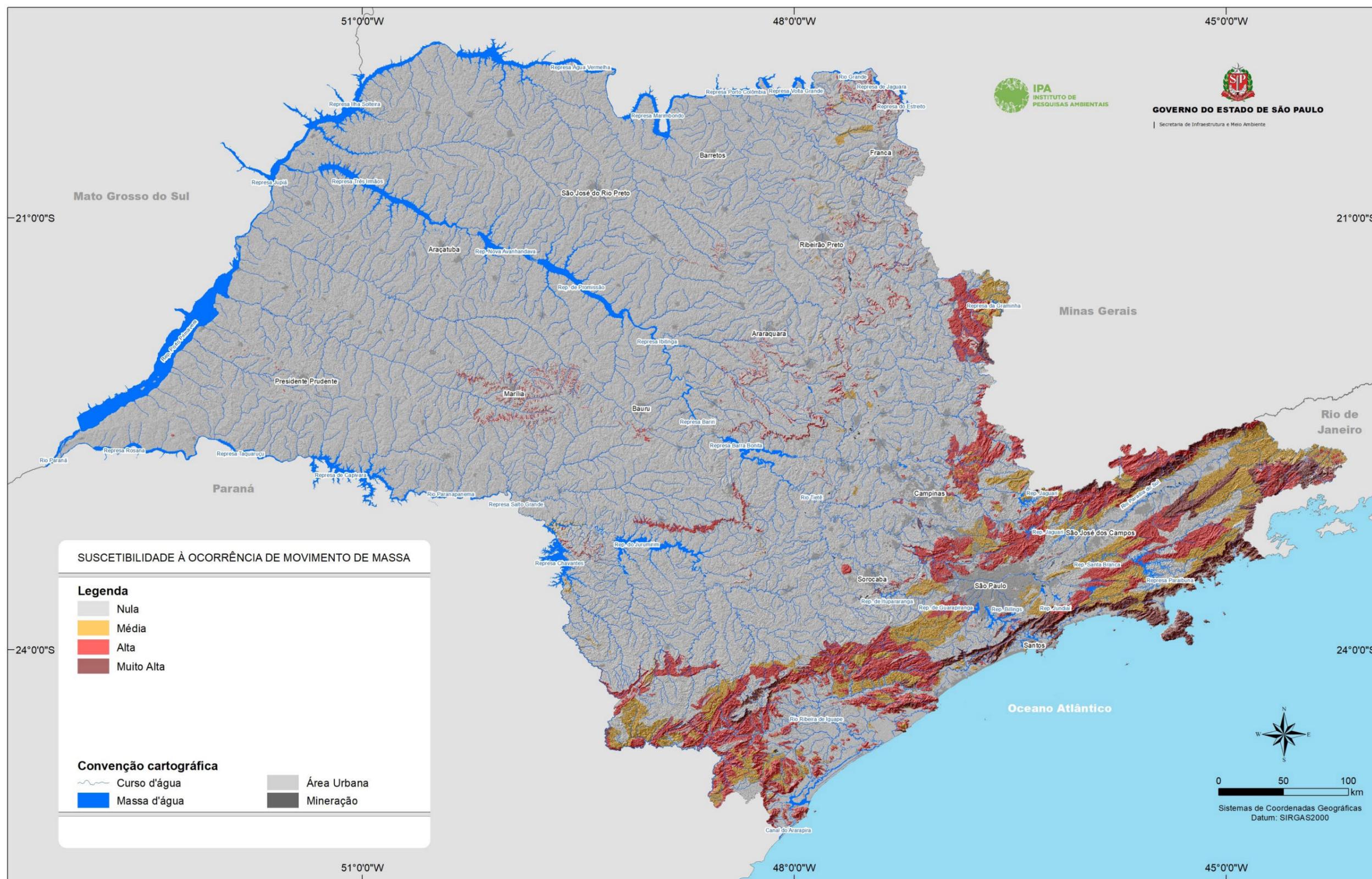


Figura 7. Suscetibilidade à ocorrência de movimento de massa no Estado de São Paulo.



**Rastejo em Latossolos, Paraibuna**  
(foto: Isabel Fernandes de Aguiar Mattos, 2022)

**Encharcamento/assoreamento/inundação/recalque**

Os termos encharcamento, assoreamento, inundação e recalque foram utilizados para agrupar solos que estivessem sujeitos aos processos de hidromorfia ou acomodação de terreno. Assim, define-se assoreamento como o processo de alteração dos rios e cursos d'água pelo acúmulo de sedimentos (areia, terra, matéria orgânica, rochas) e outros materiais, que causam a redução de sua profundidade. Os processos de sedimentação e deposição ocorrem de forma natural, podendo ser intensificados pela ação humana.

O Encharcamento do solo ocorre quando este permanece acima de sua capacidade de campo, ou seja, a água passa a ocupar os espaços do oxigênio provocando asfixia nas raízes.

Assoreamento é o processo de alteração dos rios e cursos d'água pelo acúmulo de sedimentos (areia, terra, matéria orgânica, rochas) e outros materiais, que causam a redução de sua profundidade. Os processos de sedimentação e deposição ocorrem de forma natural, podendo ser intensificados pela ação humana.

Inundação é processo que ocorre quando grande volume de água transborda, em consequência de chuvas, elevação do nível de rios e marés, ocupando áreas de planícies, a partir da submersão dos terrenos subjacentes, fora dos limites do leito maior de um curso d'água em zonas que normalmente não se encontram submersas.



Recalques são oscilações no terreno que provocam deformação com rebaixamento da linha de superfície do solo, variação volumétrica ou da forma do solo pela eliminação de vazios (expulsão da água ou do ar), ou pela compressibilidade dos materiais (areias, siltes, argilas e matéria orgânica) quando submetido a cargas. Subsidência são movimentos de massa caracterizados pelo afundamento do terreno devido à redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.

Nesse item, foram agrupadas as unidades de mapeamento pedológico com processos de hidromorfia significativos, sendo que as classes de suscetibilidade encontradas para encharcamento, assoreamento e inundação foram baixa, média e alta, enquanto para recalque, suscetibilidade baixa, alta e muito alta.

Dentre as unidades de mapeamento que apresentam suscetibilidade a esses processos, destacam-se os Organossolos (muito alta e alta suscetibilidade), Gleissolos (média, alta e muito alta suscetibilidade), Neossolos Flúvicos (média suscetibilidade), alguns Planossolos (média suscetibilidade) e outras unidades de solos que não possuem essa suscetibilidade, porém encontram-se associadas a solos hidromórficos, como Latossolos e Cambissolos, com suscetibilidade média, em planícies ou em seu entorno, como parte do LVAd19 (Rossi, 2017 = LVA11), principalmente na região de Areias a Bananal e Cunha; CXbd12 e CXbe1 (Rossi, 2017 = CX7 e CX14), nas baixas encostas e planícies mistas ao longo do litoral e nas planícies fluviais de grandes rios como

Ribeira de Iguape (Figuras 10, 11, 12). A suscetibilidade média ocorre também em Neossolos Quartzarênicos em planícies ou baixa encosta RQgd1, RQod6, RQgd2, RQgd3 (Rossi, 2017 = RQ1, 6, 8, 9).



**Assoreamento em canal de drenagem na região de Angatuba**  
(foto: Marcio Rossi - 2007)

De maneira abrangente, há uma concordância parcial do mapeamento em boa parte dos delineamentos, quando comparados com Nakazawa et al. (1994) e São Paulo (2014), diferindo, as vezes, em termos de grau de suscetibilidade.

De forma geral:

- Nos Gleissolos há suscetibilidade alta ao encharcamento/assoreamento e alta a média para à inundação, em todas as unidades de mapeamento. A suscetibilidade à inundação é esporádica e/ou frequente. O recalque pode ocorrer com muito alta suscetibilidade nas turfeiras, em parte da unidade de mapeamento GX1 (Rossi, 2017 = GX2) próximo à São Carlos, Conchal e Mogi Guaçu; em parte do GMbd2 (Rossi, 2017 = GM3) em São José dos Campos; e alta suscetibilidade a recalque nos demais

tipos de solos moles. A unidade GJo (Rossi, 2017 = GJ) apresenta alta suscetibilidade à corrosão e à GZn (Rossi, 2017 = GZ) acresce-se a alta salinidade, inundação diária e recalque muito alta suscetibilidade;

- Nos Neossolos Flúvicos, há variada suscetibilidade ao enchacamento/assoreamento, à inundação e ao recalque, a depender dos atributos de cada tipo de solo;
- Nos Organossolos, ocorre alta a muito alta suscetibilidade para encharcamento/assoreamento e recalque, e alta e média para inundação. Nas unidades OJ1 e OJ2, ocorre alta suscetibilidade à corrosão. Recalque muito alta em parte do OJ2 (litoral-Juréia) e restante das unidades OJ alta suscetibilidade. Recalque muito alta suscetibilidade nas turfeiras OX1 e OX2 (Rossi, 2017 = OX2, 3) na várzea do Mogi Guaçu, perto de Rincão e alta OX3 (Rossi, 2017 = OX4);
- Nos Planossolos, média e alta suscetibilidade para encharcamento e média para inundação. Recalque com alta a muito alta suscetibilidade nas turfeiras (em parte da unidade SX2 em Ibitinga).



**Alagadiços em planície fluvial no Vale do Rio Paraíba do Sul**  
(foto: Marcio Rossi - 2006)

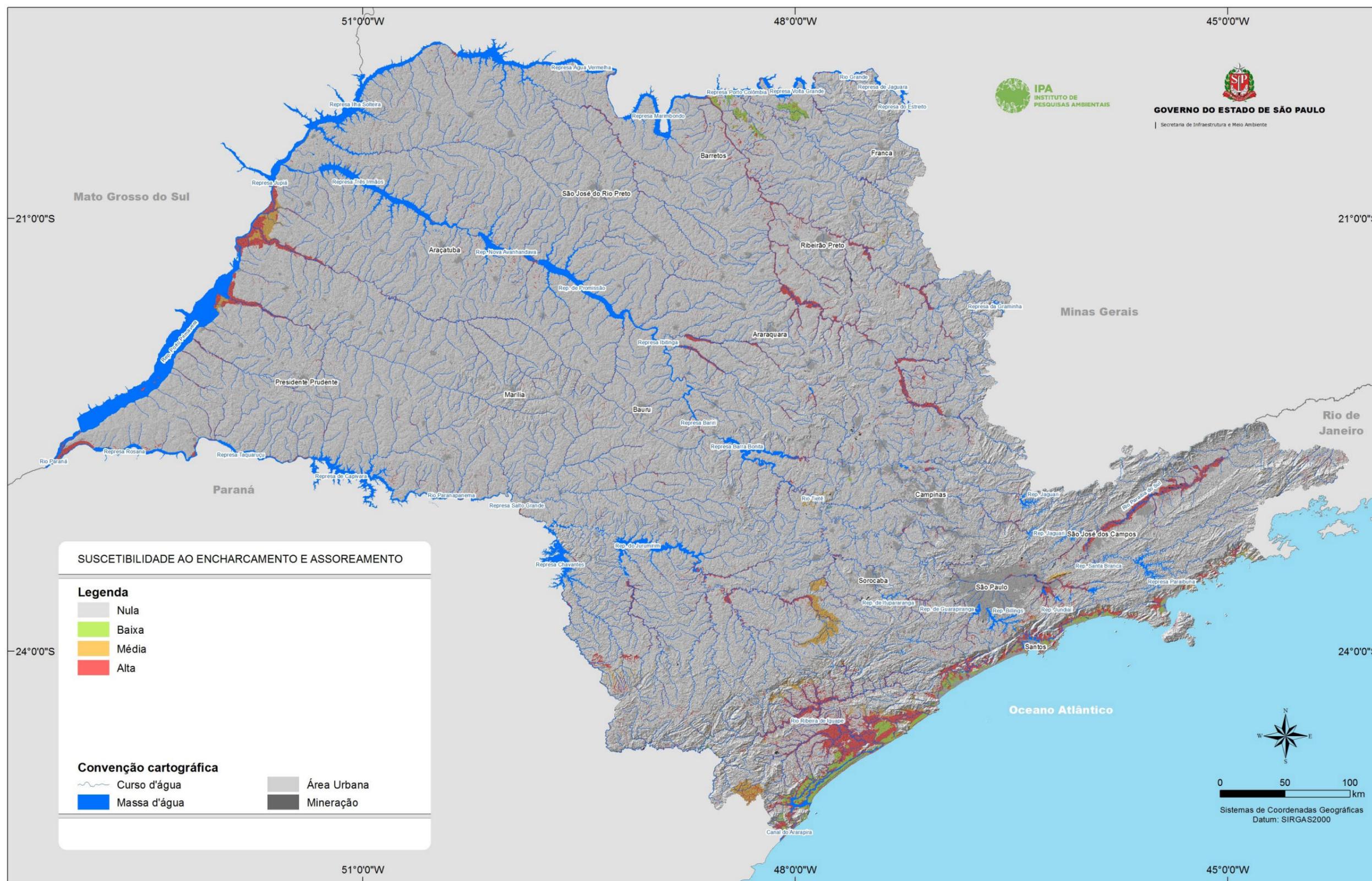


Figura 8. Suscetibilidade ao encharcamento e assoreamento no Estado de São Paulo.

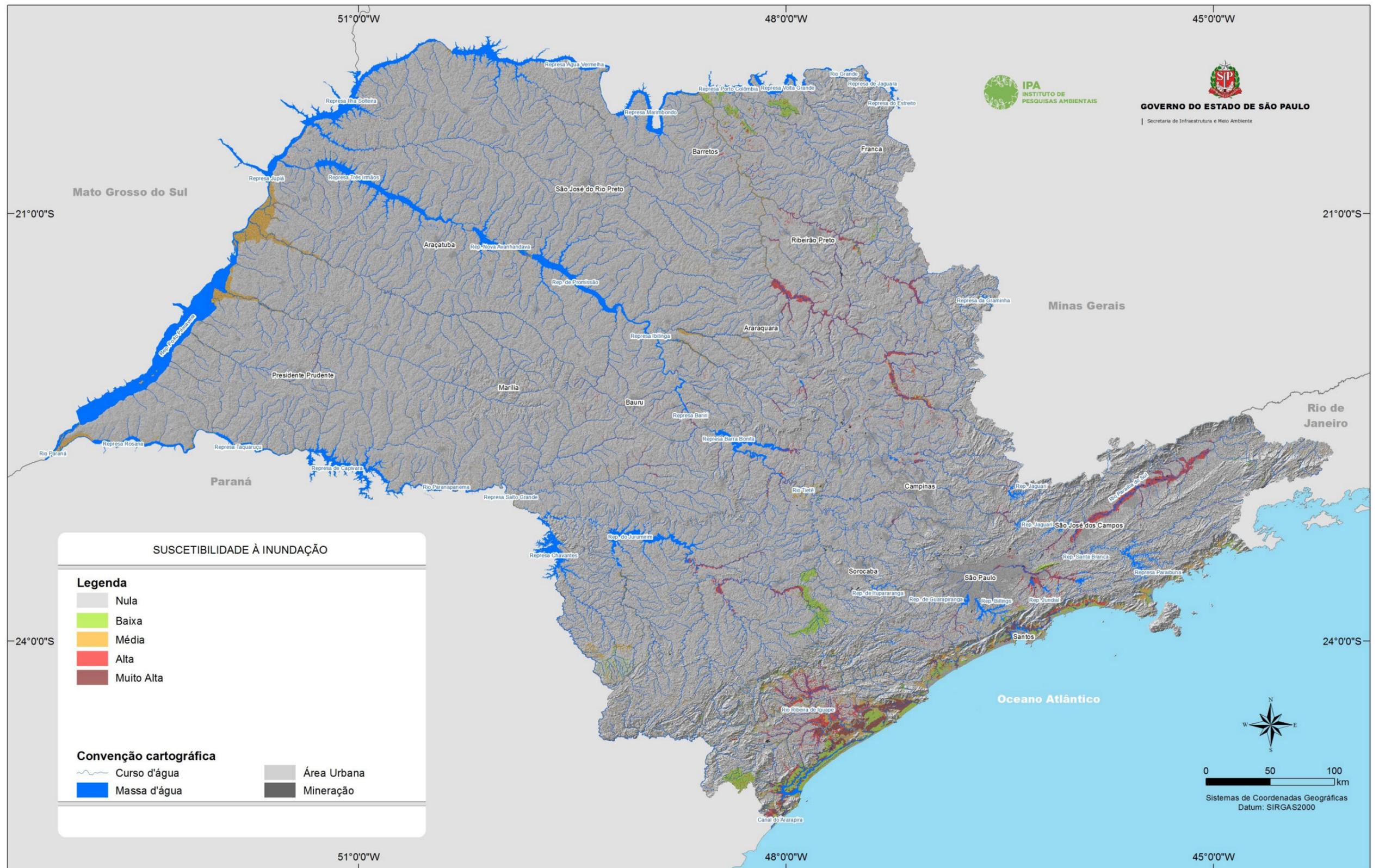


Figura 9. Suscetibilidade à inundação no Estado de São Paulo.

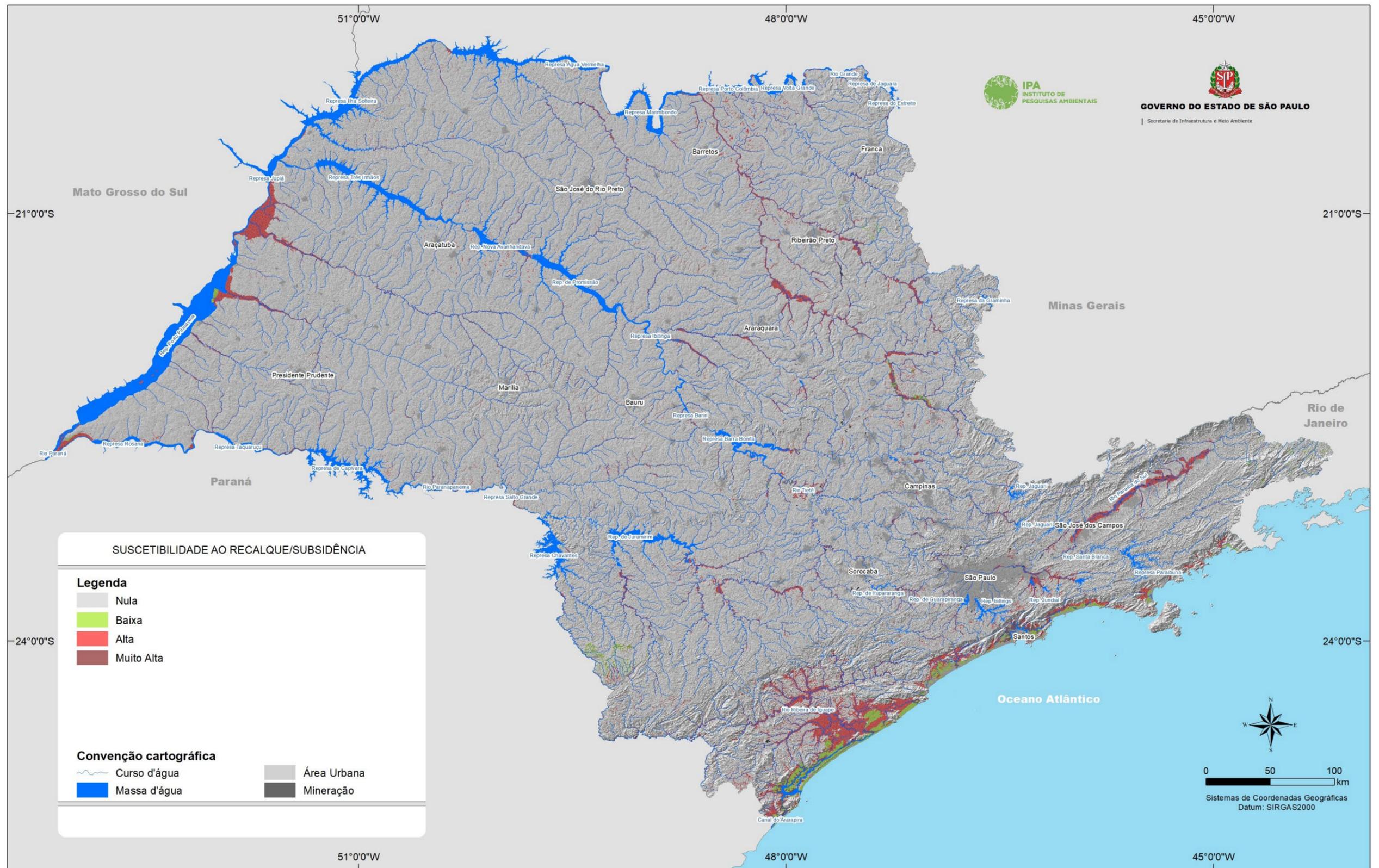


Figura 10. Suscetibilidade ao recalque/subsidência no Estado de São Paulo.

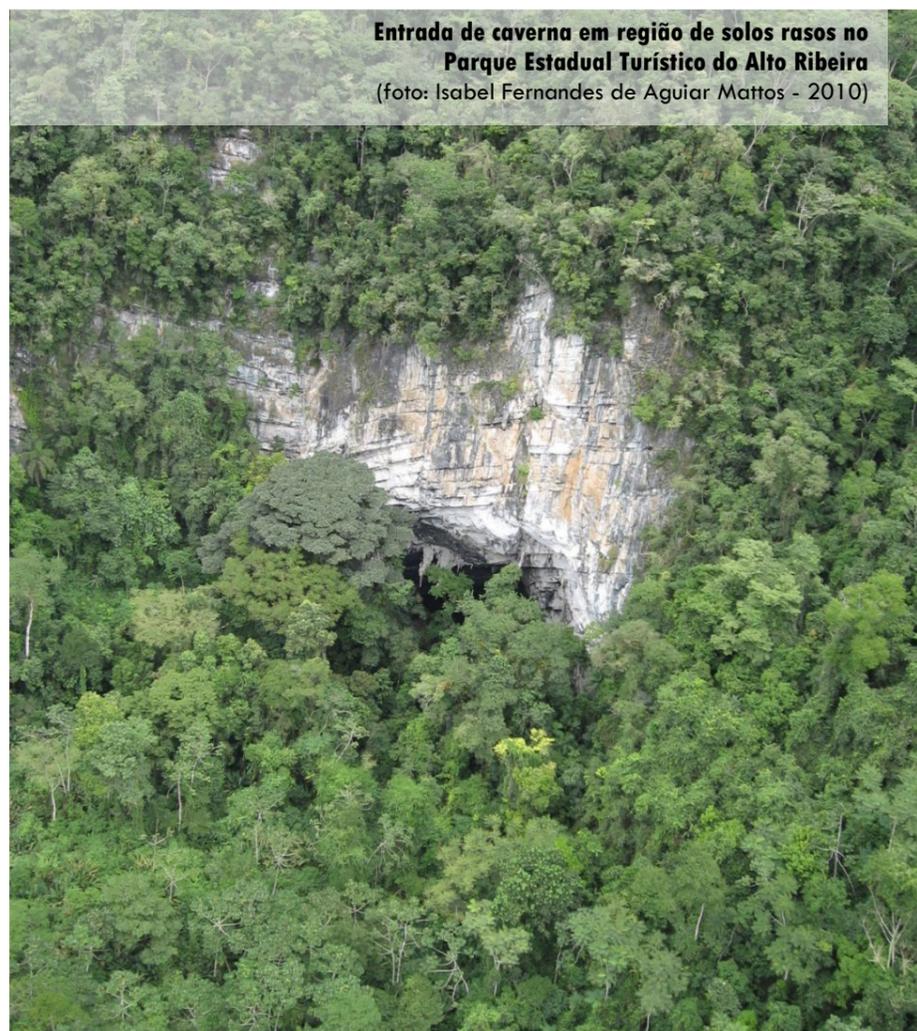
**Alagadiços e assoreamento na região metropolitana de São Paulo, Guarapiranga**  
(foto: Antonio Manoel dos Santos Oliveira-2013)



## Afundamento cárstico

Afundamentos cársticos são movimentos de material devido ao colapso de cavidades, originadas pela dissolução de rochas carbonáticas, gerados a partir da reação do ácido carbônico com a rocha calcária, produzindo vazios até a formação de cavernas. Quando ocorre o desmoronamento do teto dessas cavernas, ou quando há migração de solo para o interior de fendas e cavernas, tem-se o fenômeno de afundamento cárstico. Boa parte dessa paisagem de relevos cársticos, devido ao clima tropical úmido e às rochas carbonáticas, é recoberta por uma camada de solos, que torna muito comum esse abatimento.

Essa expressão ocorre em solos desenvolvidos de materiais ou rochas calcáreas, sendo aqui detectadas as classes baixa, média e alta.



**Entrada de caverna em região de solos rasos no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira**  
(foto: Isabel Fernandes de Aguiar Mattos - 2010)

O processo de afundamento cárstico pode ocorrer em várias unidades de mapeamento de solos, especialmente no vale do Ribeira, nos municípios de Barra do Turvo, Eldorado, Iporanga, CXve e CXbe2 (Rossi, 2017 = CX15 e CX19) e, em parte da unidade CXbd8 (Rossi, 2017 = parte do CX12) em Ribeira, Nova Campina e Apiaí, com alta suscetibilidade; CXbd6 (Rossi, 2017 = CX16) com média, em parte localizada no

vale do Ribeira, como em Ribeirão Branco, Ribeirão Grande e Guapiara e em parte localizada de Santa Isabel e limite entre Guarulhos/Mairiporã; CXbd/e e CXbd10 (Rossi, 2017 = CX9 e CX24) com alta, em parte localizada de Santana do Parnaíba, Cajamar, Pirapora do Bom Jesus, Barra do Turvo e Eldorado; LVAd3 e LVAd9 (Rossi, 2017 = LVA2 e LVA9) com média suscetibilidade em parte de Apiaí, Ribeirão Branco, Ribeirão Grande, Guapiara, Ribeira e Cajati; LAdf/wf2 (Rossi, 2017 = LA5) com média suscetibilidade em Cajati; CXbd2 e CXbd8 (Rossi, 2017 = CX1 e CX12) com média suscetibilidade ao afundamento cárstico em parte de Itararé, Nova Campina e Bom Sucesso de Itararé. A unidade de mapeamento PVAd18 (Rossi, 2017 = PVA32) apresenta baixa suscetibilidade em parte da área entre Itapeva e Guapiara; média em Mairinque, São Roque e Alumínio; e alta em Cajamar e Santana do Parnaíba; a unidade PVAd23 (Rossi, 2017 = PVA31) alta na região de Votorantim; e a unidade RLe/d10 (Rossi, 2017 = RL20), média no Vale do Ribeira, em parte das Serras do Macaco/Bom Sucesso/Itapirapuã, Serra da Boa Vista e Serra das Ostras/Sapotí; RLe/d10 e RLd4 (Rossi, 2017 = RL20 e RL22) com alta suscetibilidade nos municípios de Barra do Turvo, Eldorado, Iporanga. Outras unidades de mapeamento têm potencial de apresentar o afundamento cárstico, porém em áreas pequenas ou associadas às unidades acima citadas (Figura 13).

A Tabela 2 apresenta a área e porcentagem no Estado da suscetibilidade aos processos avaliados. De maneira geral, mostra os graus de suscetibilidade aos processos abordados, sendo aproximadamente 37% do Estado com suscetibilidade alta ou muito alta à erosão por ravinas e 29% a voçorocas; 8% alta a muito alta aos movimentos de massa; 4% alta a encharcamento/assoreamento; menos de 2% alta a muito alta suscetibilidade à inundação; 0,7% de suscetibilidade média a alta ao afundamento cárstico; e 4% com alta suscetibilidade ao recalque/subsidência.



**Caverna em relevo de morros cársticos e solos rasos no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira**  
(foto: Isabel Fernandes de Aguiar Mattos - 2010)

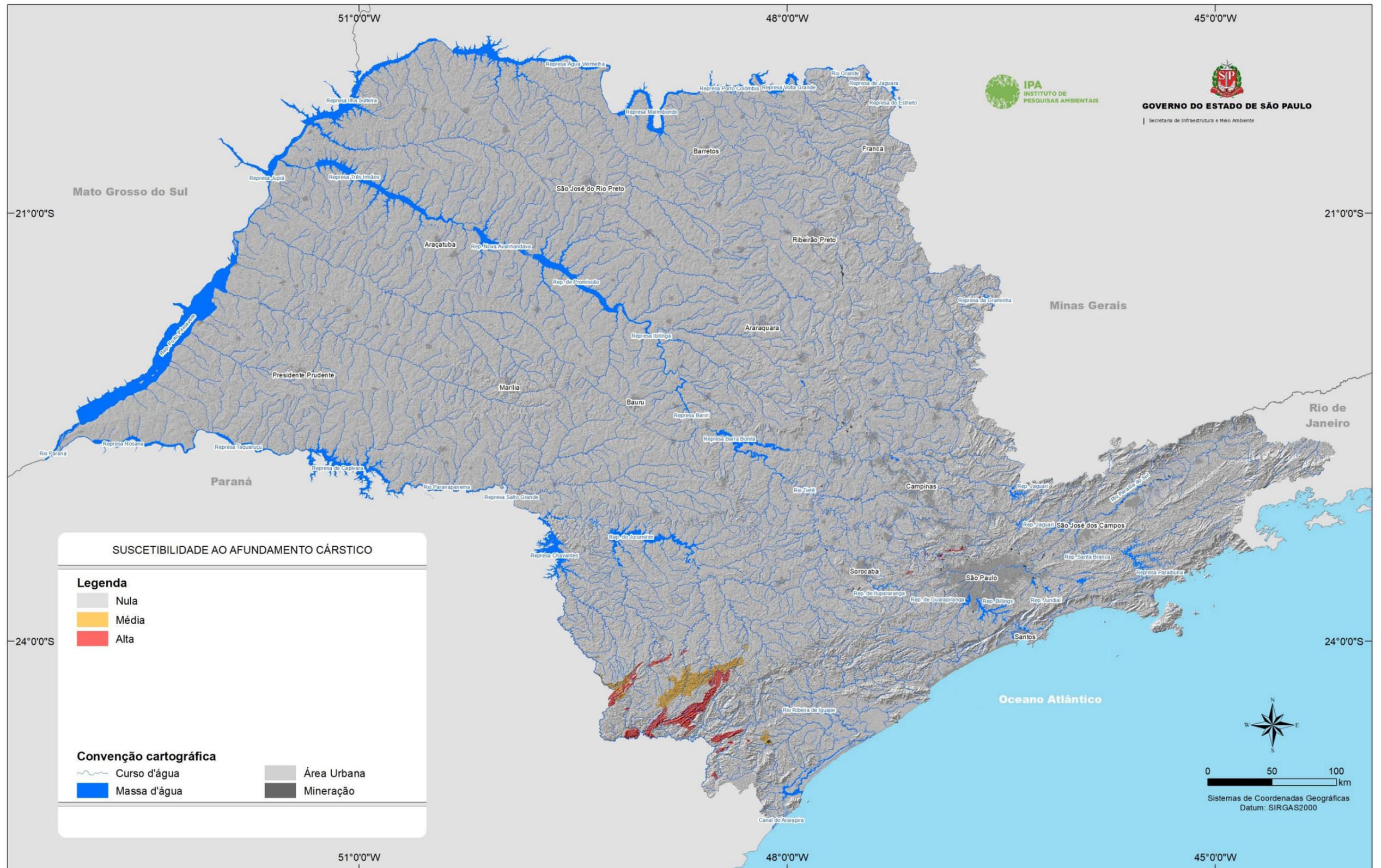
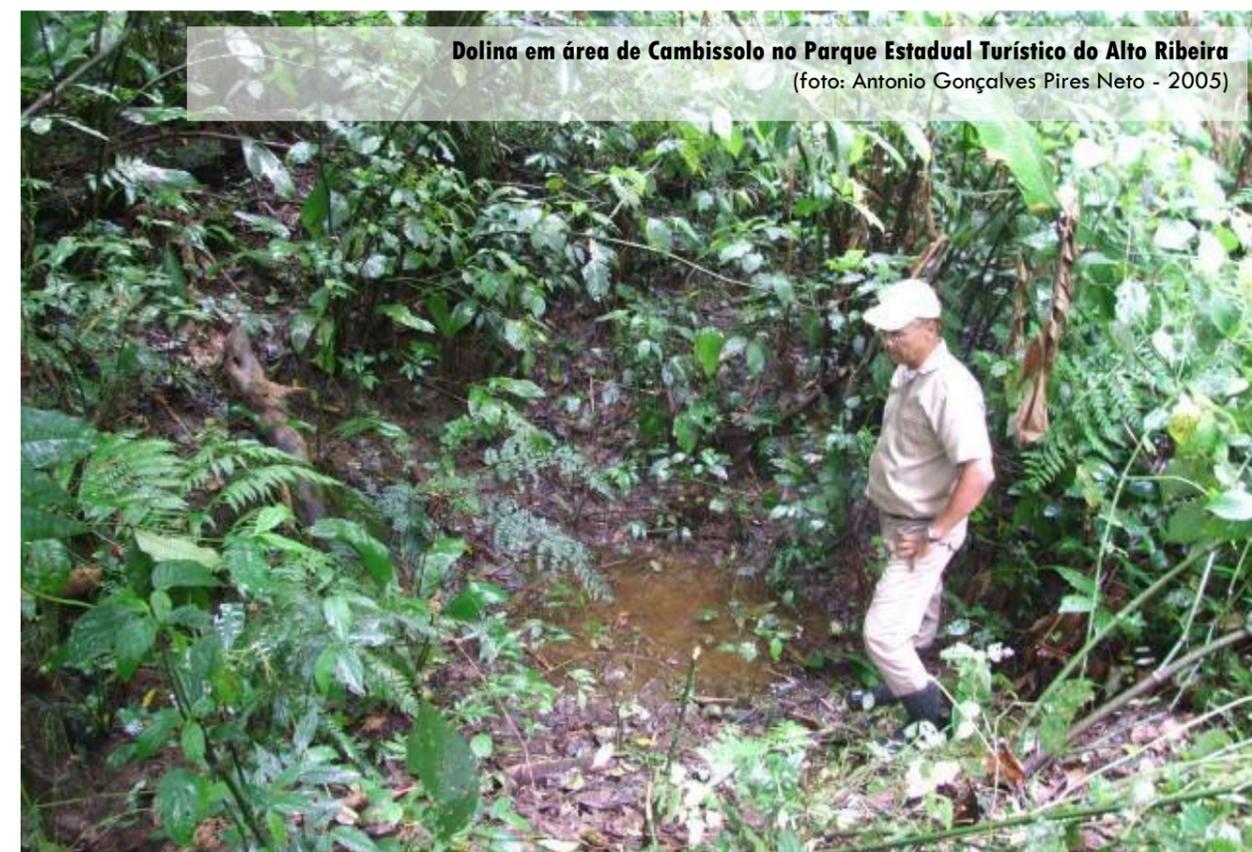


Figura 11. Suscetibilidade ao afundamento cárstico no Estado de São Paulo.

**Tabela 2.** Área em hectare e porcentagem da suscetibilidade aos processos avaliados no Estado de São Paulo.

Suscetibilidade aos processos avaliados	Ravinas		Voçorocas		Movimento de massa		Encharcamento/ Assoreamento		Inundação		Recalque/Subsidência		Afundamento Cárstico		Suscetibilidade Ambiental	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Muito Alta	2.935.251,87	11,83	2.935.251,87	11,83	503.960,57	2,03			87.934,48	0,35	28.708,81	0,12			5.661.201,43	22,81
Alta	6.237.484,95	25,13	4.333.760,70	17,46	1.811.739,24	7,30	956.283,13	3,85	374.175,27	1,51	941.535,93	3,79	97.040,13	0,39	6.011.801,33	24,22
Média	5.378.678,69	21,67	4.078.389,44	16,43	1.121.535,20	4,52	164.597,51	0,66	551.929,02	2,22			83.959,01	0,34	4.279.006,65	17,24
Baixa	5.615.277,84	22,62	8.790.582,52	35,41			127.269,95	0,51	234.111,83	0,94	129.980,19	0,52			5.132.898,84	20,68
Muito Baixa	3.327.699,42	13,41	3.356.408,23	13,52											2.409.484,51	9,71
Área Urbana	739.959,16	2,98														
Mineração	10.092,25	0,04														
Rios	577.754,84	2,33														
<b>Área Total do Estado</b>	<b>24.822.199,00</b>															



**Relevo cárstico apresentando afundamentos de topo, no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga**  
(foto: Antonio Gonçalves Pires Neto - 2005)



## Grupos Hidrológicos de Solos

A classificação hidrológica dos solos é um dos elementos que compõem a estimativa da chuva excedente, juntamente com a cobertura da terra, as práticas conservacionistas e as condições de escoamento antecedente da bacia.

A classificação hidrológica é aplicada para pequenas e médias bacias hidrográficas, importante no planejamento de ações em projetos e atividades de obras hidráulicas e de sistemas agrícolas. O método para estimar a chuva excedente amplamente utilizado é o “runoff curve number method” e foi estabelecido para os Estados Unidos da América pelo Soil Conservation Service-SCS (1972) e revisado e publicado por Natural Resources Conservation Services-NRCS (2009).

Trata-se da estimativa do volume de água da chuva que passa pelo escoamento superficial. Esse processo se baseia principalmente em critérios da profundidade da camada restritiva, na profundidade do nível d'água subterrâneo e na condutividade hidráulica saturada do horizonte menos permeável do perfil de solo analisado. No Brasil, o assunto foi retratado inicialmente por Setzer e Porto (1979) e adaptado por Lombardi Neto et al. (1989). A classificação hidrológica proposta por Lombardi Neto et al. (1989) foi adequada por Sartori (2004), Sartori, Lombardi Neto e Genovez (2005a, b), finalizando com proposta adaptada por Sartori (2010).

Sartori (2010) apresentou uma proposta de adequação desse procedimento para os solos do Brasil, porém baseado em seis critérios básicos: camada restritiva (reduz ou impede a condutividade hidráulica saturada); lençol d'água subterrâneo ou suspenso (saturação do solo); atividade de argila (contração e expansão dos solos); propriedades ácricas (alta porosidade); óxidos de ferro (microagregação=porosidade); e, classe textural (tamanho e distribuição de partículas).

Os grupos hidrológicos foram assim constituídos por Sartori (2010), utilizando os 19 critérios por ele estabelecidos, reproduzidos na íntegra a seguir:

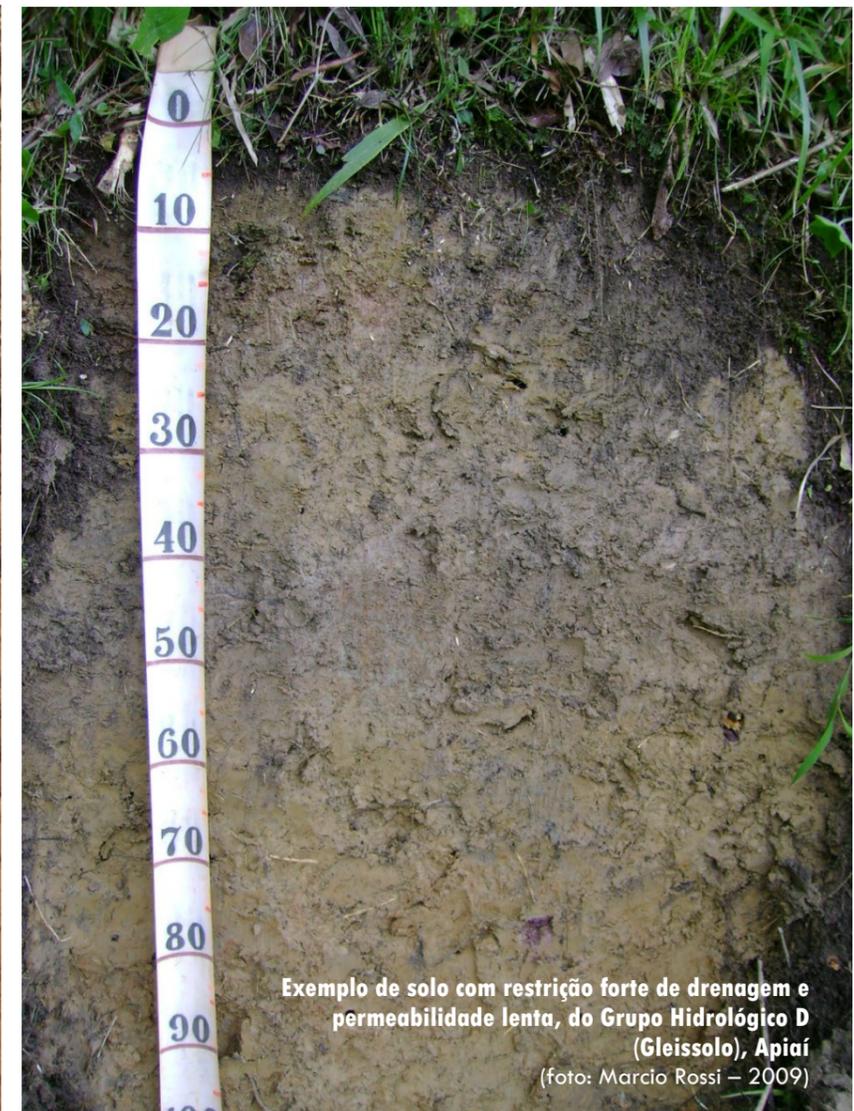
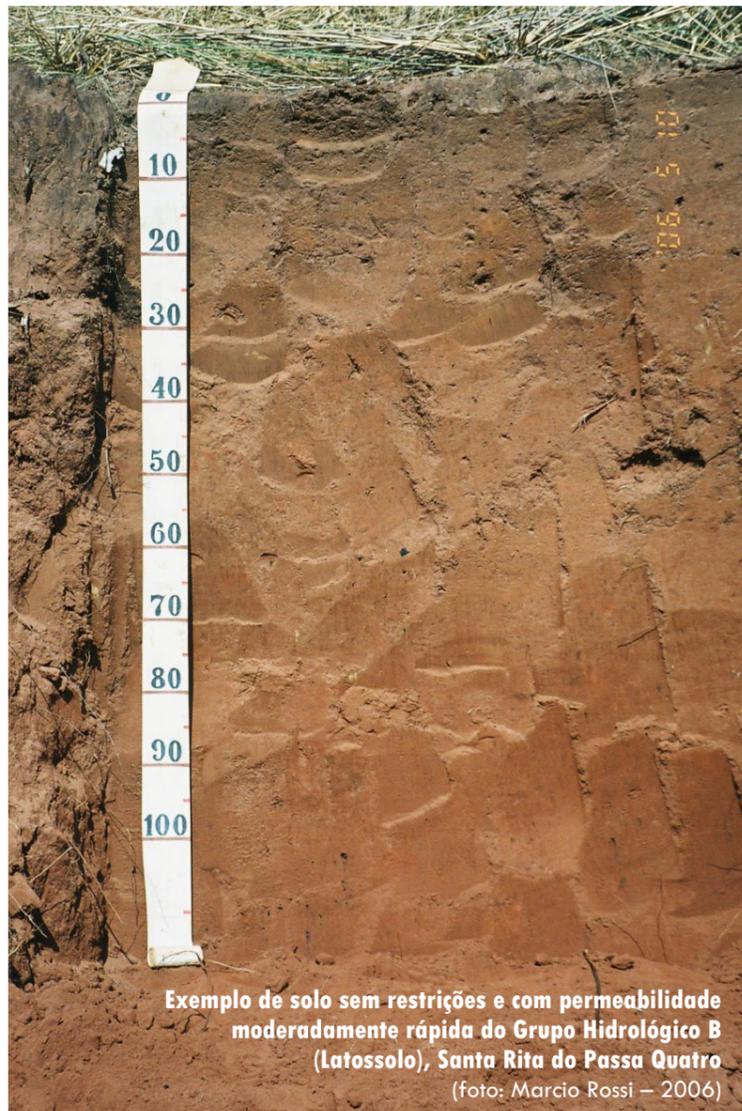
**Grupo Hidrológico A** – São solos que possuem permeabilidade rápida e não apresentam dentro de 100 cm de profundidade lençol d'água subterrâneo ou suspenso e camada restritiva forte ou moderada. Neste grupo podem ser incluídos solos arenosos, solos bastante intemperizados de textura média, argilosa ou muito argilosa, com teor de óxido de ferro elevado e/ou propriedades ácricas.

**Grupo Hidrológico B** – São solos que possuem permeabilidade moderadamente rápida e não apresentam dentro de 100 cm de profundidade lençol d'água subterrâneo ou suspenso e camada restritiva forte, mas podem apresentar camada restritiva moderada entre 50 e 100 cm de profundidade. Neste grupo podem ser enquadrados solos bastante intemperizados de textura média, argilosa ou muito argilosa, com teor de óxido de ferro médio a baixo e sem propriedades ácricas, solos que apresentam ou mudança textural abrupta ou horizonte coeso ou horizonte plíntico entre 50 e 100 cm de profundidade e solos Tb com horizonte B textural ou B incipiente com caráter latossólico.

**Grupo Hidrológico C** – São solos que possuem permeabilidade moderadamente lenta e não apresentam dentro de 100 cm de profundidade lençol d'água subterrâneo ou suspenso, mas podem apresentar camada restritiva forte entre 50 e 100 cm ou camada restritiva moderada dentro de 100 cm de profundidade. Este pode incluir solos arenosos e solos bastante intemperizados que apresentam camada restritiva forte entre 50 e 100 cm, solos Tb que podem apresentar ou mudança textural abrupta ou horizonte coeso ou horizonte plíntico dentro de 50 cm de profundidade, solos Ta que podem apresentar ou mudança textural abrupta ou horizonte coeso ou horizonte plíntico entre 50 cm e 100 cm de profundidade e solos Ta com horizonte B textural.

**Grupo Hidrológico D** – São solos que possuem permeabilidade lenta e podem ou não apresentar dentro de 100 cm de profundidade lençol d'água subterrâneo ou suspenso, camada restritiva forte e moderada. Neste grupo está incluída uma variedade de solos desde arenosos a argilosos, devido às condições limitantes presentes. Por exemplo, um solo de textura arenosa pode ser classificado como D pela presença de lençol d'água subterrâneo a profundidade inferior a 100 cm ou por apresentar camada restritiva forte dentro de 50 cm de profundidade ou horizonte vértico sem apresentar camada restritiva ou lençol d'água dentro de 100 cm de profundidade.





Assim, procurou-se adequar os critérios utilizados e os dados sintetizados por Sartori (2010, pg. 117-121), aplicando a mesma lógica para as unidades pedológicas do Estado de São Paulo e obtendo um mapa indicativo de grupos hidrológicos de solos (Figura 14). No Brasil, os Grupos Hidrológicos são amplamente utilizados e constam de recomendação de órgãos, que atuam na área, para elaboração de projetos de engenharia, que envolvam recursos hídricos. Note-se que os Grupos Hidrológicos são indicativos e refletem a espacialização das unidades pedológicas mapeadas, que nem sempre permite unidades uniformes ou com atributos semelhantes devido à escala de mapeamento, ou seja, é utilizado no nível de planejamento regional. Para os casos de execução e implementação de projetos específicos em nível local, recomenda-se que o usuário desenvolva mapeamentos ou identificações mais precisas e detalhadas.



Na legenda do mapa da Figura 14, são apresentados Grupos Hidrológicos simples (A, B, C, D), com apenas uma unidade (quando as unidades de mapeamento pedológico são mais homogêneas) e delineamentos compostos por dois Grupos Hidrológicos (A/B, A/C, A/D, B/A, B/C, B/D, C/A, C/B, C/D e D/C), indicando o primeiro componente da unidade de mapeamento pedológico e os componentes secundários do agrupamento pedológico, respectivamente. Apesar de não detalhar a espacialização, no caso dos delineamentos compostos, essa forma fornece maior nível de informação aos usuários, indicando variações importantes dentro dos delineamentos, a Tabela 3 indica a área correspondente a cada agrupamento avaliado.

**Tabela 3.** Área em hectare e porcentagem, correspondente às classes do grupamento hidrológico avaliadas para o estado de São Paulo.

Grupo Hidrológico	Área	
	ha	%
A	3.284.549,01	13,23
A/B	283.165,80	1,14
A/C	26.321,66	0,11
A/D	236.129,41	0,95
B	15.582.385,31	62,78
B/A	417.102,98	1,68
B/D	33.572,86	0,14
C	895.245,02	3,61
C/A	708,03	0,00
C/B	340.103,94	1,37
C/D	491.271,16	1,98
D	1.901.161,28	7,66
D/C	2.676,31	0,01
Área Urbana	739.959,16	2,98
Mineração	10.092,25	0,04
Rios	577.754,84	2,33



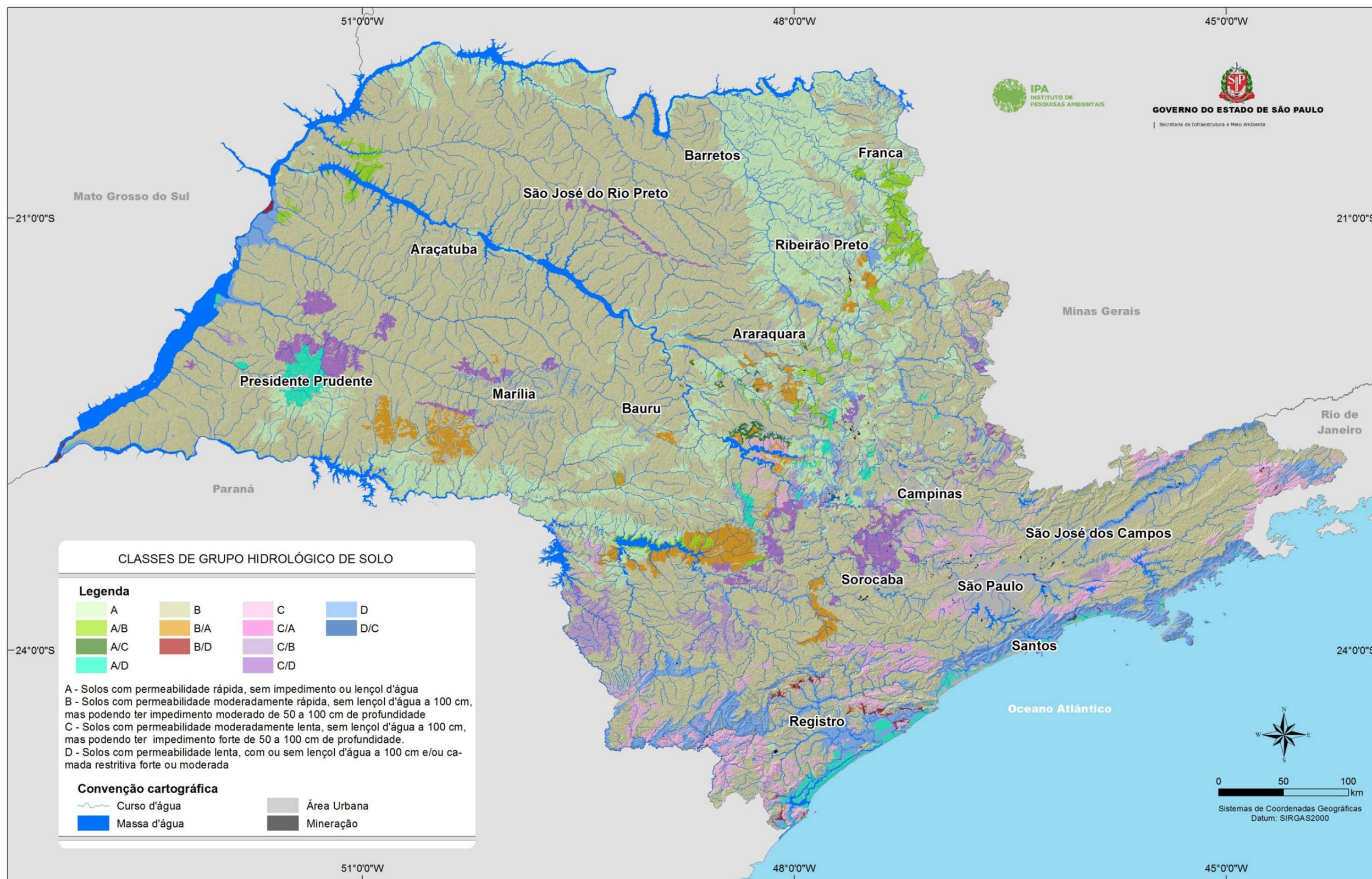


Figura 12. Classes de Grupo Hidrológico de solo saturado para as unidades de mapeamento.



## SUSCETIBILIDADE EROSIVA HÍDRICA E DO MEIO FÍSICO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Marcio Rossi

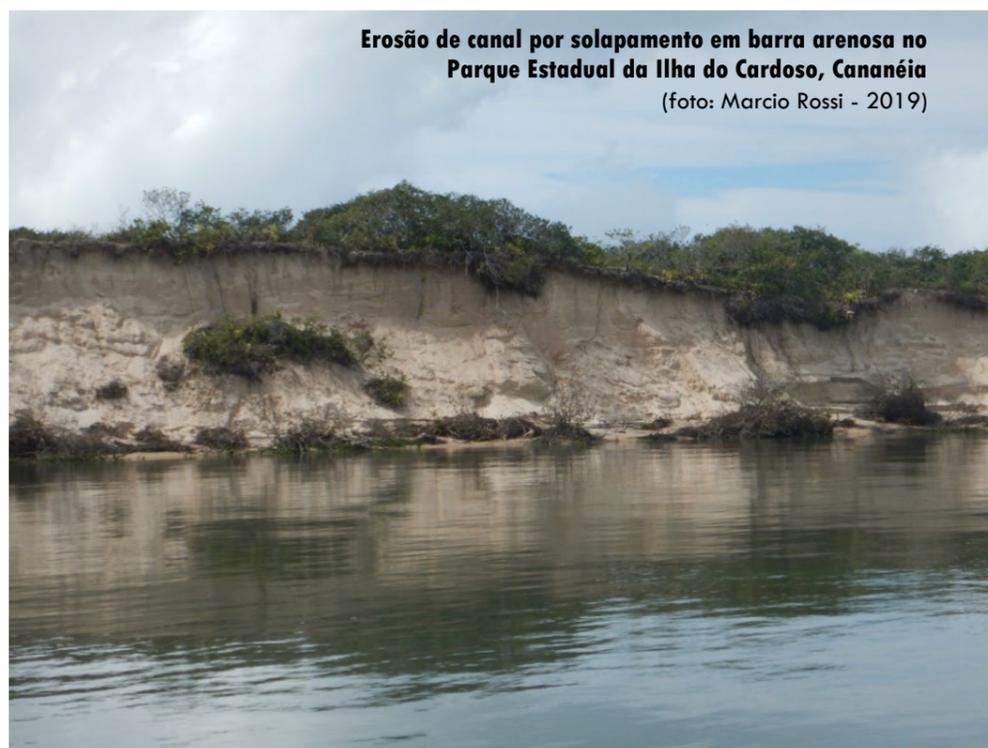
Marco Aurélio Nalon

Marina Mitsue Kanashiro

### Erodibilidade

A erosão é um processo natural, mas sua dinâmica é fortemente influenciada pelas atividades antrópicas, alvo de preocupação por parte da sociedade e do poder público. Nesse contexto, estudos que envolvem a problemática da erosão são fundamentais enquanto subsídio para adoção de práticas conservacionistas de uso do solo.

A Erodibilidade é uma propriedade do solo que reflete suas características intrínsecas (físicas como textura, estrutura, permeabilidade, densidade; químicas; mineralógicas e biológicas) e extrínsecas (comprimento, forma e declive do terreno; manejo e tipo de cobertura do solo), representando a susceptibilidade à erosão, ou seja, o efeito dos processos que regulam a infiltração da água no solo, a desagregação pelo impacto da gota de chuva e a resistência ao transporte pelo fluxo superficial (Lal, 1988).



**Erosão de canal por solapamento em barra arenosa no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia**  
(foto: Marcio Rossi - 2019)

Freire e Pessotti (1974) apresentaram valores para o índice de erodibilidade para os grandes grupos de solos do Estado e afirmaram que os Latossolos, de forma geral, são mais resistentes à erosão que os podzólicos (Argissolos) e que a erodibilidade cresce à medida que aumenta o gradiente textural. Para os autores, os valores mais altos encontrados foram para as camadas subsuperficiais dos atuais Cambissolos e Neossolos Litólicos de filito/xisto e os mais baixos índices para o horizonte superficial do atual Nitossolo. Apontaram ainda, que os Argissolos apresentam maiores valores de K (índice de erodibilidade) em superfície,

seguidos dos Neossolos Regolíticos, Latossolos de textura média grossa (antigos fase arenosa) e Neossolos Litólicos de arenito calcário. A erodibilidade média fica para os Neossolos Litólicos de argilitos e para os solos hidromórficos (Gleissolos e solos associados). Para os índices baixos, apresentaram os Latossolos, Neossolos Litólicos de basalto, de granitos e de filitos, e alguns Cambissolos. Assim, concluíram que os solos mais sujeitos à erosão são os Argissolos, Espodossolos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos de arenito calcário e Latossolos (fase arenosa), enquanto que os mais resistentes à erosão são os Nitossolos e os Latossolos de textura fina.

Mannigel et al. (2002) estudaram o fator de erodibilidade e tolerância de perda dos solos e apresentaram índices para as classes de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), de perfis representativos do estado de São Paulo, apontando tendência de aumento do índice de erodibilidade com o aumento da relação textural.

Vitte e Mello (2007) destacaram a importância dos atributos do relevo como comprimento de rampa e declividade, além dos tipos de cobertura vegetal do terreno, nos processos erosivos.

Segundo Lal (1988, apud Vitte e Mello, 2007), a textura, estrutura e porosidade do solo são importantes fatores na definição da erodibilidade, com relação à desagregação de partículas, estabilidade e infiltração.



**Erosão laminar e em sulco raso em Latossolo na região de Agatuba**  
(foto: Marcio Rossi - 2007)

2007 5 14

Para o Estado de São Paulo, Silva e Alvares (2005) elaboraram um banco de informações sobre erodibilidade dos solos e apresentaram os valores do índice K encontrados. Nos dados, dominam os índices de Argissolos, Neossolos e Latossolos, com 74%. Os autores apontaram que os Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodosolos, Gleissolos, Neossolos e Organossolos tiveram os valores (médias aritméticas) interpretados como de alta erodibilidade, os Latossolos e Nitossolos tiveram erodibilidade considerada média e os Planossolos apresentaram erodibilidade considerada baixa.

Di Raimo et al. (2019) apresentaram valores de erodibilidade a partir de ajustes de dados bibliográficos e concluíram que dentro da mesma ordem de solo, os valores de erodibilidade podem ser diversos, dependendo da textura e drenagem, fatos já destacados por Silva et al. (2009), quando apontaram que a variação do índice K (fator de erodibilidade do solo da equação universal de perdas de solo em  $t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$ ) deve-se às variações nos atributos dos solos.



Assim, vários trabalhos auxiliaram na definição de valores do índice K e suas respectivas classes interpretativas de erodibilidade (Tabela 4), como Freire e Pessotti (1974), Lombardi Neto e Bertoni (1975), Bertoni, Lombardi Neto e Benatti (1975), Denardin (1990), Silva (1993), Marques et al. (1997), Bertoni e Lombardi Neto (1999), Nogueira (2000), Mannigel et al. (2002), Fujihara (2002), Bertol et al. (2002, 2007), Silva e Alvares (2005), Farinasso et al. (2006), Ribeiro e Alves (2007), Silva et al. (2009), Arraes et al. (2010), Schick et al. (2014), Demarchi e Zimback (2014) e Di Raimo et al. (2019), que serviram de base para a montagem de tabela interpretativa sobre os solos apresentados por Rossi (2017) atualizado.

A partir dos dados quantitativos e qualitativos da literatura, foram agrupados os solos e alguns de seus atributos e estabelecidos os graus de classificação de erodibilidade (muito alta, alta, média, baixa e suas variantes) de forma generalizada (Tabela 5) e, posteriormente, indicada sua área de ocorrência (Tabela 6) e, de forma específica, para as unidades de mapeamento apresentadas por Rossi (2017) atualizada (Tabela 7). As classes de erodibilidade estabelecidas para as unidades de mapeamento consideraram os diferentes componentes das unidades de mapeamento (Figura 15). Cabe lembrar que os dados foram compilados da literatura e extrapolados para as unidades de mapeamento, utilizando-se dos atributos de solo declarados na legenda.

**Tabela 4.** Classes de erodibilidade apresentadas na literatura, por unidade e por classificação qualitativa a partir do Índice K.

Freire e Pessotti (1974)	Erodibilidade ( $t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$ )			Classe de Interpretação Erodibilidade
	Foster et al. (1981)	Carvalho (1994)	Mannigel et al. (2002)	
< 0,10			< 0,009	muito baixa
0,10 – 0,25	0,01 – 0,03	< 0,01529	0,009 – 0,015	baixa
0,25 – 0,35	0,03 – 0,06	0,01529 - 0,03058	0,015 – 0,030	média
0,35 – 0,50	> 0,06	> 0,03158	0,030 – 0,045	alta
> 0,50			0,045 – 0,060	muito alta
			0,060	extremamente alta



**Tabela 5.** Interpretação para os solos e sua classe de erodibilidade, utilizando índice K médio (adaptado da bibliografia).

Classes gerais de solos	Média K (t.ha <sup>-1</sup> . MJ <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup> )	Classe de Erodibilidade
<b>ARGISSOLOS</b>		
Argissolos com Relação Textural elevada, arênicos ou espedoarênicos, ou com cascalho	0,0462	Muito Alta
Argissolos com Relação Textural baixa (textura média ou grossa)	0,0399	Alta
Argissolos latossólicos; de textura argilosa ou muito argilosa	0,0227 a 0,0128	Média Baixa
<b>CAMBISSOLOS</b>		
Cambissolos	0,0352	Alta
Cambissolos Húmicos	0,0352 a 0,0197	Alta a Média
Cambissolos com baixo declive, plano, ambiente de encharcamento	0,0197 a 0,0110	Média a Baixa
<b>CHERNOSSOLOS</b>		
Chernossolos	0,0309	Média
<b>ESPODOSSOLOS</b>		
Espodossolos	0,0592 a 0,035	Muito Alta a Alta
<b>GLEISSOLOS</b>		
Gleissolos	0,0155 0,0361	Média Alta
<b>LATOSSOLOS</b>		
Latossolos com texturas argilosa e média fina	0,0087 a 0,0130	Muito Baixa a Baixa
Latossolos textura média grossa ou pouco profundo	0,0269 a 0,0434	Média a Alta
<b>LUVISSOLOS</b>		
Luvissolo Háptico	0,1160	Muito Alta
<b>NEOSSOLOS</b>		
Flúvicos	0,0523	Muito Alta
Quartzarênicos	0,0782	Muito Alta
Litólicos (arenosos e média de arenitos)	0,0497	Muito Alta
Litólicos argilitos e textura média	0,0347	Alta
Litólicos Basalto, granito, filito (argilosos)	0,0296	Média
Regolíticos	0,0520	Muito Alta
<b>NITOSSOLOS</b>		
Nitossolos profundos	0,0101	Baixa
Nitossolos pouco profundos e associados aos Neossolos Litólicos	0,0227	Média
<b>ORGANOSSOLOS</b>		
Organossolos	0,0610	Muito Alta
<b>PLANOSSOLOS</b>		
Planossolos	0,0237 0,0310	Média Alta
<b>PLINTOSSOLOS</b>		
Plintossolos Pétricos/Hápticos Litoplíntico ou Concrecionário	0,0235	Média
<b>AFLORAMENTOS ROCHOSOS</b>		
	0,0100 0,0190	Baixa a Média

Partindo-se da tabela classificatória (Tabela 6) e dos agrupamentos de solos identificados no mapa de Rossi (2017) atualizados, foram estabelecidas as classes de erodibilidade das unidades de mapeamento dos solos do Estado de São Paulo apresentadas a seguir (Quadro 10 e Figura 15). Note-se que a classe de erodibilidade da unidade de mapeamento não segue rigorosamente a média do índice K da classe de solo do

primeiro componente da associação, pois se leva em consideração os demais componentes presentes na unidade e os atributos de cada classe avaliada. Há unidades de mapeamento pedológico que se enquadraram como intermediárias entre classes de suscetibilidade, tendo em vista seus atributos e associações, porém, para efeito de mapeamento e unificação dessas classes de suscetibilidade, as classes intermediárias entre parênteses, apresentadas no Quadro 10, a classe alta/média passou a ser considerada alta; a classe média/alta passou a média; e a classe baixa/média passou para classe baixa.



Os valores de área de ocupação de cada classe estabelecida, em hectares e porcentagem, são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Classe de erodibilidade dos solos com área e porcentagem de ocorrência para o Estado de São Paulo

Classe de erodibilidade	Área	
	ha	%
Muito Alta	3.818.592,28	15,38
Alta	5.941.363,29	23,94
Média	4.741.739,63	19,10
Baixa	6.467.419,70	26,05
Muito Baixa	2.525.277,86	10,17
Área Urbana	739.959,16	2,98
Mineração	10.092,25	0,04
Rios, represas e lagoas	577.754,84	2,33
<b>Área Total do Estado</b>	<b>24.822.199,00</b>	

**Erosão laminar na região de Barreiro Rico em Neossolo Quartzarênico, no município de Anhembi**  
(foto: Marcio Rossi - 2018)



**Quadro 11.** Interpretação para as unidades de mapeamento de solos e sua classe de erodibilidade (adaptado da literatura), utilizando a legenda do mapa pedológico do estado de São Paulo de Rossi (2017) atualizada.

LEGENDA MAPA PEDOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO: REVISADO E AMPLIADO (Rossi, 2017)	LEGENDA MAPA PEDOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (2022)	CLASSE DE ERODIBILIDADE (adaptado da literatura)
Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA1, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 44)	Argissolos Vermelho-Amarelos (PVAe2, PVAe3, PVAe7, PVAe/d1, PVAe/d3, PVAe/d4, PVAe/d5, PVAe/d6, PVAe/d7, PVAd1, PVAd2, PVAd9, PVAd10, PVAd11, PVAd22, PVA2)	MUITO ALTA
Espodossolos Humilúvicos (EK)	Espodossolos Humilúvicos (EK)	
Luvissolos Háplicos (TX1, 2, 3, 4, 5)	Luvissolos Háplicos (TXp1, TXp2, TXp3, TXp4, TXp5)	MUITO ALTA
Neossolos (Litólicos-RL16, 17, 21, 24), (Flúvicos-RY1,2,3), (Quartzarênicos-RQ1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)	Neossolos (Litólicos= Rlm1, Rlm2, Rld5, Rle/d11); (Flúvicos= RYe, RYq1, RYq2); (Quartzarênicos= RQg1, RQg2, RQg3, RQo1, RQo2, RQo3, RQo4, RQo5, RQo6)	
Organossolos (Tiomórficos-OJ1, 2) e (Háplicos-OX1, 2, 3, 4)	Organossolos (Tiomórficos= OJ1, OJ2); (Háplicos= OXs, OX1, OX2, OX3)	ALTA
Argissolos (Amarelos-PA) e (Vermelho-Amarelos-PVA2, 4, 6, 9, 14, 28)	Argissolos (Amarelos= PAD4, PAD5); (Vermelho-Amarelos= PVAe4, PVAe5, PVAe6, PVAe/d2, PVAd7, PVAd20)	
Cambissolos (Háplicos-CX1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 15, 18, 20, 21, 23, 24) e (Húmicos-CH3, 4)	Cambissolos (Háplicos= CXbd2, CXbd4, CXbd5, CXbd7, CXbd9, CXbd10, CXbd11, CXbd/e, CXd/e, CXve, CXb2, CXb3, CXd1); (Húmicos= CHd2, CHd3)	ALTA
Gleissolos (Melânico-GM1), (Háplico-GX2, 3, 7, 10, 12) e (Sálico-GZ)	Gleissolos (Melânicos= GMv/bd); (Háplicos= GX1, GXve, GXb/vd/e, GXe/d4, GXe/d2, GXbd1); (Sálico= GZn)	
Latossolos (Amarelos-LA,11) e (Brunos-LB2, 3)	Latossolos (Amarelos= LAd8); (Brunos= LBd2, LBd3)	ALTA (Alta/Média)
Neossolos Litólicos (RL2, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 18, 20, 22)	Neossolos (Litólicos= RLe/d2, RLe/d3, RLe/d4, RLe/d5, RLe/d6, RLe/d7, RLe/d8, RLe/d9, RLe/d10, Rld4)	
Planossolos Háplicos (SX3, 4)	Planossolos (Háplicos= SXd, SX1)	ALTA (Alta/Média)
Argissolos (Vermelhos-PV4, 9, 11) e (Vermelho-Amarelos-PVA34, 38, 39, 40, 41, 42)	Argissolos (Vermelhos= PVe4, PVd4, PVd5); (Vermelho-Amarelos= PVAd6, PVAd8, PVAd12, PVAd13, PVAd16, PVAd26)	
Cambissolos Háplicos (CX12)	Cambissolos (Háplicos= CXbd8)	MÉDIA (Média/Alta)
Neossolos Litólicos (RL9, 10, 19)	Neossolos (Litólicos= RLe/d12, RLe/d13, RLe/d14)	
Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA35, 36, 43)	Argissolos (Vermelho-Amarelos= PVAd17, PVAd19, PVAd27)	MÉDIA (Média/Alta)
Nitossolos Vermelhos (NV11, 12, 16)	Nitossolos (Vermelhos= NVdf/ef3, NVef2, NVe)	
Argissolos (Vermelhos-PV1, 2, 6, 7, 12) e (Vermelho-Amarelos-PVA3, 15, 17, 21, 22, 27, 29, 32, 33)	Argissolos (Amarelos= PAD1, PAD2, PAD6); (Vermelhos= PVe1, PVe2, PVe13, PVd1, PVd6, PV); (Vermelho-Amarelos= PVAe1, PVAd4, PVAd5, PVAd14, PVAd18, PVAd21, PVAd25, PVAd29, PVA1)	MÉDIA
Cambissolos Háplicos (CX2, 8, 11, 13, 16, 17, 19, 22)	Cambissolos (Háplicos= CXbd1, CXbd3, CXbd6, CXd2, CXd3, CXd4, CXb1, CXbe2)	
Gleissolos (Háplicos-GX1, 4, 5, 6, 8, 9, 11), (Melânicos-GM2, 3) e (Tiomórficos-GJ)	Gleissolos (Háplicos= GXbe, GXbd2, GXd, GXe/d1, GXe/d3, GX2, GXbe/d); (Melânicos= GMbd1, GMbd2); (Tiomórficos= GJo)	MÉDIA
Chernossolos Argilúvicos (MT1, 2, 3, 4, 5, 6)	Chernossolos (Argilúvicos= MTf/o1, MTf/o2, MTo1, MTo2, MTo3, MTo4)	
Latossolos (Amarelos-LA8, 9, 12, 13, 17), (Vermelhos-LV4,5) e (Vermelho-Amarelos-LVA4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18)	Latossolos (Amarelos= LAd4, LAd5, LAd6, LAd7); (Vermelhos= LVef/df5, LVef/df6, LVd10); (Vermelho-Amarelos= LVA5, LVA8, LVA9, LVA10, LVA11, LVA13, LVA14, LVA16, LVA17, LVA18, LVA20, LVA21)	MÉDIA
Neossolos Litólicos (RL1, 6, 7, 8, 11, 12, 23, 25, 26)	Neossolos (Litólicos= RLe1, RLe2, RLe3, RLe/d1, RLe/d15, Rld1, Rld2, Rld3, RL)	
Nitossolos Vermelhos (NV7,8, 9, 10, 14)	Nitossolos (Vermelhos= NVef3, NVdf/ef4, NVef/df3, NVef/df4, NVef/df7)	BAIXA (Baixa/Média)
Planossolos Háplicos (SX1, 2)	Planossolos (Háplicos= SX2, SX3)	
Plintossolos Pétricos (FF1)	Plintossolos (Pétricos= FFc1, FFc2)	BAIXA (Baixa/Média)
Afloramentos Rochosos (AF)	Afloramento Rochoso= AR	
Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA30, 31, 37)	Argissolos (Vermelho-Amarelos= PVAd15, PVAd23, PVAd24)	BAIXA (Baixa/Média)
Cambissolos Húmicos (CH1, 2)	Cambissolos (Háplicos= CHd1, CHd4)	
Latossolos (Amarelos-LA10), (Vermelhos-LV28); (Vermelho-Amarelos-LVA5)	Latossolos (Amarelos= LAd3); (Vermelhos-LVd4); (Vermelho-Amarelos= LVA1)	BAIXA
Plintossolos Pétricos (FF2)	Plintossolos (Pétricos= FFf)	
Argissolos (Vermelhos-PV3, 5, 8, 10), (Vermelho-Amarelos-PVA16)	Argissolos (Amarelos= PAD3); (Vermelhos= PVe5, PVe6, PVd2, PVd3); (Vermelho-Amarelos= PVAd3)	BAIXA
Cambissolos Háplicos (CX7, 14)	Cambissolos (Háplicos= CXbd12, CXbe1)	
Latossolos (Amarelos-LA4, 5, 6, 7); (Brunos-LB1); (Vermelhos-LV2, 3, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27) e (Vermelho-Amarelos-LVA1, 2, 3, 6, 12, 21)	Latossolos (Amarelos= LAwf2, LAdf/wf2, LAd1, LAd2); (Brunos= LBd1); (Vermelhos= LVef2, LVef/df7, LVe, LVd3, LVd6, LVd7, LVd8, LVd9, LVd11, LVdf/wf); (Vermelho-Amarelos= LVA2, LVA3, LVA6, LVA7, LVA15, LVA19)	MUITO BAIXA
Nitossolos Vermelhos (NV1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 15)	Nitossolos (Vermelhos= NVef1, NVef4, NVdf/ef1, NVdf/ef2, NVef/df1, NVef/df2, NVef/df5, NVef/df6)	
Latossolos (Amarelos-LA1,2,3); (Vermelhos-LV1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 25, 29, 30, 31); (Vermelho-Amarelos-LVA19, 20)	Latossolos (Amarelos= LAdf, LAwf1, LAdf/wf1); (Vermelhos= LVef1, LVef/df1, LVef/df2, LVef/df3, LVef/df4, LVdf/ef1, LVdf/ef2, LVdf1, LVdf2, LVdf3, LVdf4, LVwf, LVwf/df, LVd1, LVd2, LVd5, LVd12, LVe/d); (Vermelho-Amarelos= LVA4, LVA12)	MUITO BAIXA

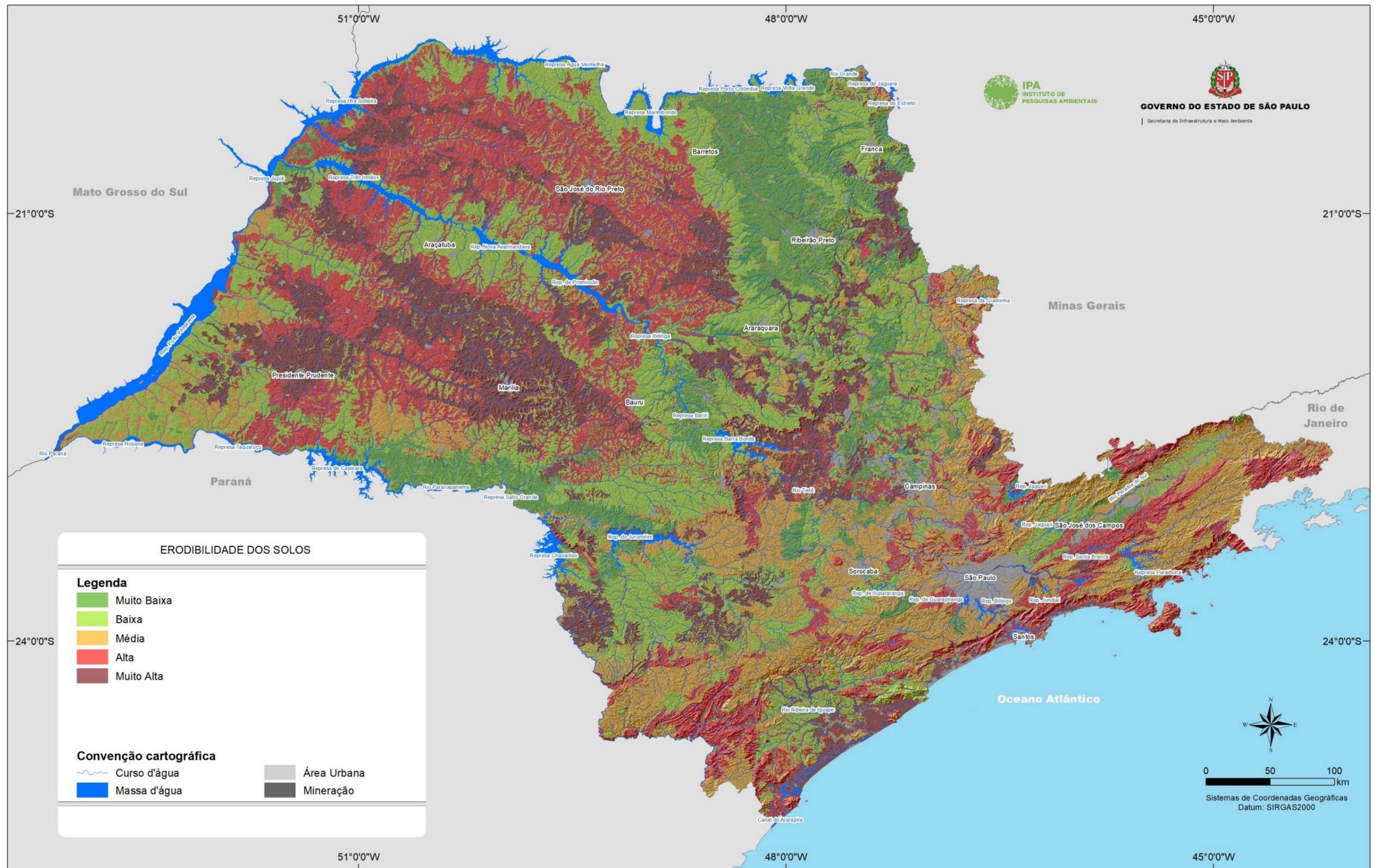


Figura 13. Erodibilidade dos solos do Estado de São Paulo.



**Rastejo em relevo de morros e montanhas, em solos pouco espessos no município de Apiaí, região do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (foto: Antonio Gonçalves Pires Neto - 2009)**

**Erosividade (R)**

O clima é um dos fatores que imprime energia ao desenvolvimento dos processos morfopedológicos e, por consequência, aos desgastes/acúmulos impostos pelos sistemas de transformação da paisagem nos tempos geológico e humano, principalmente no que se refere aos processos de erosão hídrica e movimentos de massa. Nesse contexto, a chuva assume papel relevante nesses processos (Monteiro, 1976) e constitui a potencialidade de causar erosão. IBGE (2009) apresentou a intensidade da chuva, como o fator pluviométrico mais importante a ser considerado, porém a falta de registros de dados de intensidade leva à utilização de precipitação média mensal e precipitação média anual para se calcular a média mensal do índice de erosão na investigação da erosividade.



**Erosão de margem e assoreamento em barras arenosas no Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro**  
(foto: Marcio Rossi - 2006)

A erosividade das chuvas é, portanto, um fator a ser determinado para o melhor entendimento da quantidade de solos perdida pelos processos erosivos e obtido pelo índice EI30 de Wischmeier e Smith (1978), sendo considerado o produto da energia cinética da chuva pela intensidade máxima ocorrida em qualquer período de 30 minutos consecutivos. Assim, a erosividade se define pela capacidade potencial da chuva em desencadear os processos erosivos, tanto pelo impacto das gotas quanto pelo poder de arraste do material (enxurrada) nas camadas superficiais do solo (Lal, 1988).

Diversos estudos tiveram destaque na compreensão da erosividade da chuva, bem como na determinação de índices que norteassem a espacialização desse fator para o Estado de São Paulo (Bertoni e

Lombardi Neto, 1999; Lombardi Neto e Moldenhauer, 1992; Sant'Anna Neto e Barrios, 1992; Sant'Anna Neto, 1995; dentre outros).

Carvalho (1994) propôs classificação da erosividade das chuvas (R) quanto à magnitude do índice EI30 (**MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>**) em cinco escalas que foi modificada para o sistema métrico internacional, de acordo com Foster et al. (1981), como: fraca, se  $R < 2.452$ ; moderada, se  $2.452 < R < 4.905$ ; moderada a forte, se  $4.905 < R < 7.357$ ; forte, se  $7.357 < R < 9.810$ ; e muito forte, para  $R > 9.810$ .

Testando diferentes índices de erosividade para a região dos cerrados, Marques et al. (1997) demonstraram que o índice EI30 é um bom estimador e pode continuar sendo utilizado como fator R (erosividade) da equação universal de perdas de solos (USLE).

Para o Estado de São Paulo, Moreira et al. (2006) apresentaram um quadro com valores de erosividade da chuva estimados por rede neural, utilizando 38 estações da amostra de teste, o que resultou em dados confiáveis para a interpolação desse atributo e elaboração de mapa.



**Alagadiços na região de Taquarituba**  
(foto: Marcio Rossi - 2011)

As medições de precipitação de alta resolução temporal são importantes para avaliações gerais e para construção de modelos, como são os casos da erosividade, sendo este parâmetro importante para descrever processos erosivos e propor medidas de conservação (Panagos et al., 2017). Como resultados, os autores apresentaram um mapa global indicando, de forma generalizada para o Estado de São Paulo, altos índices de erosividade, normalmente entre 3100 e 7400 (MJ mm/ha/h/ano).

A variabilidade espacial do potencial de erosão das chuvas (fator R) para o Estado de São Paulo foi abordada por Vieira e Lombardi Neto (1995), através de modelos de geoestatística (krigagem), apontando que a região NE de SP e a Serra da Mantiqueira (maiores altitudes) apresentam os maiores valores de erosividade (7.500 a 8250 MJ.mm/ha.h).

Uma espacialização da erosividade da chuva para o Estado de São Paulo, a partir do estabelecimento de índices foi apresentada por Sant'Anna Neto (1995), em que consideraram a necessidade de ampliação dos segmentos temporais, quanto à quantidade e distribuição de dados pluviométricos, utilizando dados de 394 postos do DAEE, por meio de uma grade de 15' x 15', equivalente às folhas topográficas de 1:50.000 do IBGE, resultando em um mapa.



Partindo-se dessas informações de Sant'Ana Neto (1995) e seguindo os mesmos critérios de escolha destes 394 postos pluviométricos, de série temporal de dados confiáveis e localização geográfica ampla no território paulista, foram levantados os dados pluviométricos de mais 439 postos do DAEE no estado de São Paulo, do mesmo período entre 1971 e 1993, totalizando 22 anos de observações, compostos de totais mensais e anuais de precipitação. Da mesma forma, também foram utilizados dados pluviométricos de 9 postos localizados nos estados vizinhos do Paraná, Minas Gerais e Rio de Janeiro, totalizando 842 postos pluviométricos (Figura 16), correspondendo a 490 municípios (Tabela 7).

O cálculo dos índices de erosividade nesses 448 postos pluviométricos adicionais foi elaborado utilizando a fórmula apresentada por Sant'Anna Neto (1995):

$$EI30 = 68,86 (r^2 / p)^{0,85}$$

Onde:

EI30: índice de erosão médio mensal para chuvas de intensidade máxima em 30 minutos

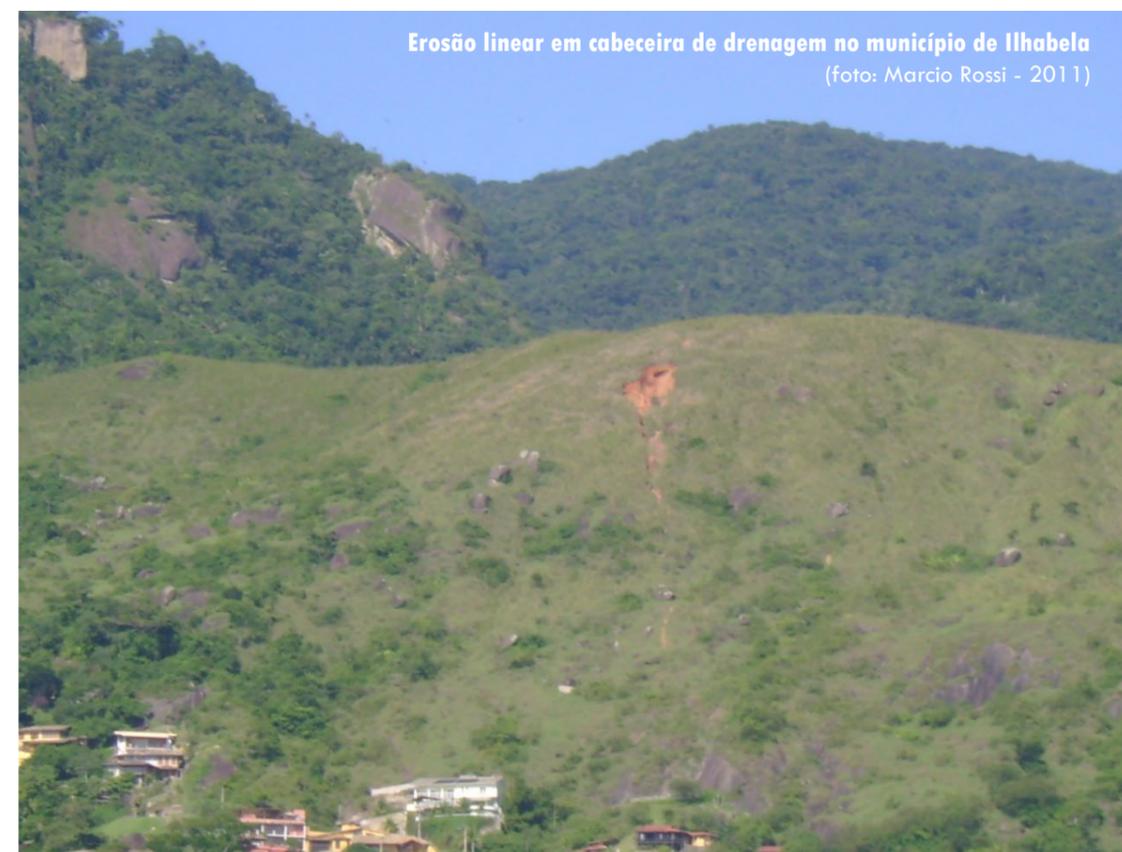
r: precipitação média mensal (em mm)

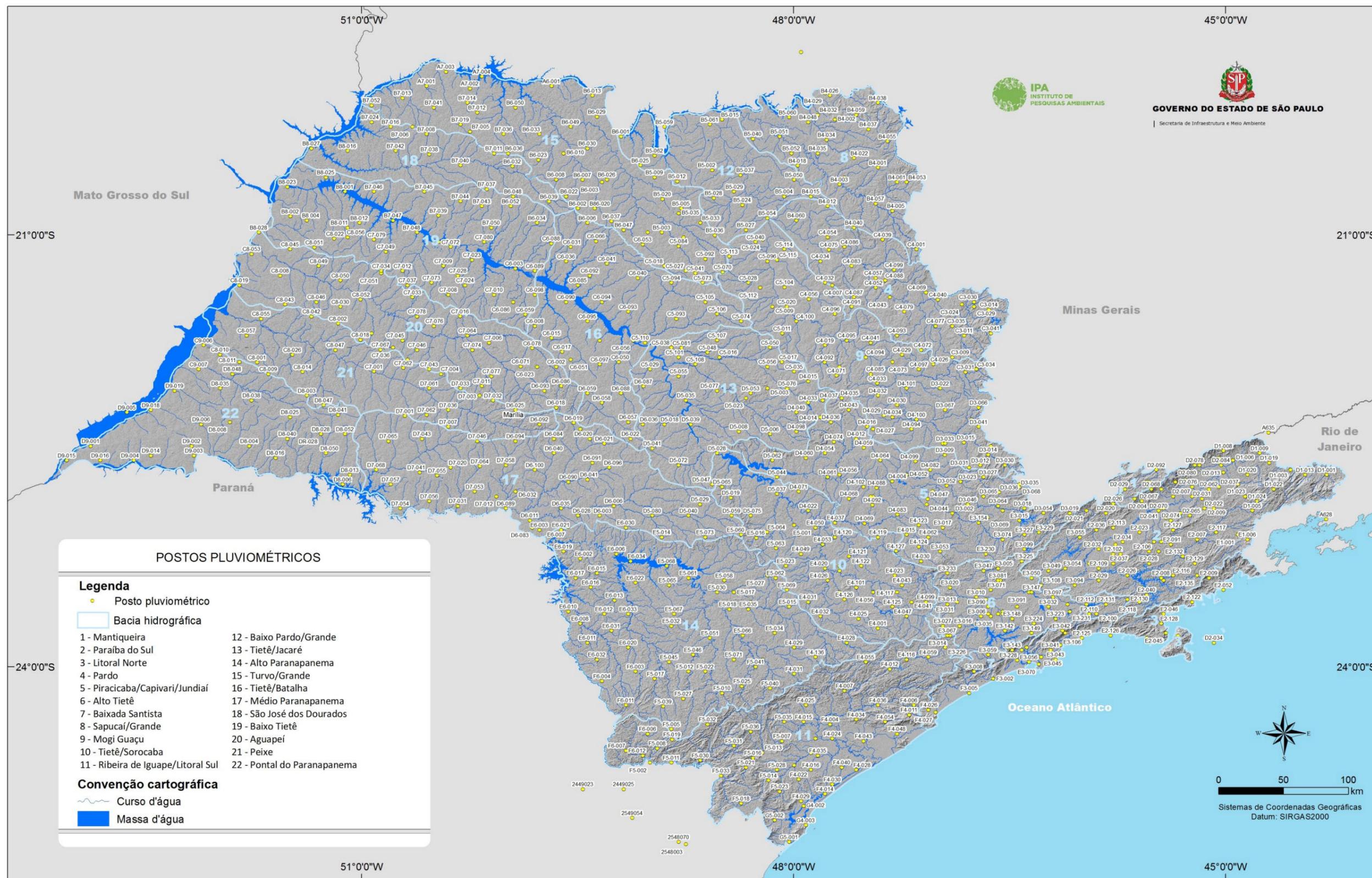
p: precipitação média anual (em mm)

Posteriormente, procedeu-se a interpolação do índice de erosividade utilizando o método de krigagem ordinária, com uso da extensão Geoestatistical Analyst do ArcGis, seguindo o procedimento padrão da análise geoestatística: verificação da normalidade dos dados, análise de tendência, modelagem do semivariograma e análise do erro (Yamamoto; Landim, 2013). Posteriormente, o material gerado na espacialização por krigagem foi exportado para o formato vetor.

As Figuras 17 e 18 apresentam a distribuição dos postos pluviométricos e os índices de erosividade (EI) por bacia hidrográfica, enquanto que a superfície resultante está representada na Figura 19.

No Estado de São Paulo, o Índice de Erosividade variou de EI30 Mín 5.138,62 e EI30 Máx 15.894,30 MJ.mm/ha/h/ano, com a maior parte dos postos pluviométricos na classe Moderada a Forte (81%), 17% na classe Forte e 2% na classe Muito Forte (Figura 19).





POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

Legenda

- Posto pluviométrico
- Bacia hidrográfica

- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 - Mantiqueira                    | 12 - Baixo Pardo/Grande     |
| 2 - Paraíba do Sul                 | 13 - Tietê/Jacaré           |
| 3 - Litoral Norte                  | 14 - Alto Paranapanema      |
| 4 - Pardo                          | 15 - Turvo/Grande           |
| 5 - Piracicaba/Capivari/Jundiá     | 16 - Tietê/Batalha          |
| 6 - Alto Tietê                     | 17 - Médio Paranapanema     |
| 7 - Baixada Santista               | 18 - São José dos Dourados  |
| 8 - Sapucaí/Grande                 | 19 - Baixo Tietê            |
| 9 - Mogi Guaçu                     | 20 - Aguapeí                |
| 10 - Tietê/Sorocaba                | 21 - Peixe                  |
| 11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul | 22 - Pontal do Paranapanema |

Convenção cartográfica

- Curso d'água
- Massa d'água

Figura 14. Distribuição dos postos pluviométricos utilizados.

No caso da bacia do Alto Tietê, cabe salientar que os postos que apresentaram índices mais elevados (Forte e Muito Forte) se encontram próximos às escarpas da Serra do Mar, locais conhecidos pelas altas pluviosidades decorrentes de sua posição topográfica. A bacia da Baixada Santista divide-se em Forte e Muito Forte, com postos pluviométricos com maior classe de erosividade, sempre associados ao relevo de morros ou às escarpas. Na bacia do Baixo Pardo/Grande, a maior parte dos postos enquadra-se na categoria Forte (sendo quase sempre acima de 7.200 MJ mm/ha/h/ano). A bacia do Litoral Norte apresenta três classes de erosividade, Moderada a Forte, no setor de Ilhabela e cidade de São Sebastião; Forte, no restante da bacia; e Muito Forte apenas no sopé da Serra do Mar, em Ubatuba. Na bacia da Mantiqueira, domina a classe Forte com índices superiores a 7.300 MJ mm/ha/h/ano. A bacia do Mogi Guaçu divide-se igualmente nas categorias Moderada a Forte e Forte sem, contudo, apresentar algum agrupamento significativo. A bacia do Paraíba do Sul é a que apresenta o maior número de postos pluviométricos (91), sendo 84% na classe de erosividade Moderada a Forte e 16% na Forte. Já a bacia do Pardo, na região de Mococa, Tambaú e São Simão, quatro postos pluviométricos apresentaram classe Moderada a Forte e, na maior parte do território (24 postos), classe Forte. Na bacia de Piracicaba/Capivari/Jundiá, de 65 postos, apenas 5 apresentaram classe de erosividade Forte, se concentrando-se na região dos municípios de Analândia, Joanópolis, Monte Alegre do Sul, Pedra Bela e Pinhalzinho, os demais foram de Moderada a Forte. A bacia do Ribeira de Iguape/Litoral Sul apresenta erosividade Moderada a Forte e Forte em quase toda sua extensão, com apenas dois postos com classe Muito Forte, nos municípios de Cananéia e Iguape. Na bacia do Tietê/Batalha, a classe dominante é a Moderada a Forte, passando em parte dos municípios de Nova Aliança, Itápolis, Bady Bassit, Matão e Cândido Rodrigues a Forte. Na bacia do Tietê/Jacaré, a classe dominante é a Moderada a Forte, passando em parte dos municípios de Araraquara, Gavião Peixoto, Torrinha e Ibaté a Forte. A bacia do Turvo/Grande está dividida entre as classes Moderada a Forte e Forte, sem aparente agrupamento regional.



As bacias Aguapeí, Alto Paranapanema, Baixo Tietê, Médio Paranapanema, Peixe, Pontal do Paranapanema, São José dos Dourados e Tietê/Sorocaba apresentaram postos pluviométricos com pouca variação e que se enquadraram em uma categoria uniforme (Moderada a Forte). A bacia do Sapucaí/Grande também se apresentou praticamente uniforme com classe Forte.

O Quadro 11 apresenta, de forma generalizada, as subordens das unidades de mapeamento pedológico, conforme a classe de erosividade que ocorrem, sendo que há unidades que se encontram em diferentes zonas de erosividade, abordadas como zonas dominantes (> ocorrência em área) e zonas secundárias (< ocorrência em área).

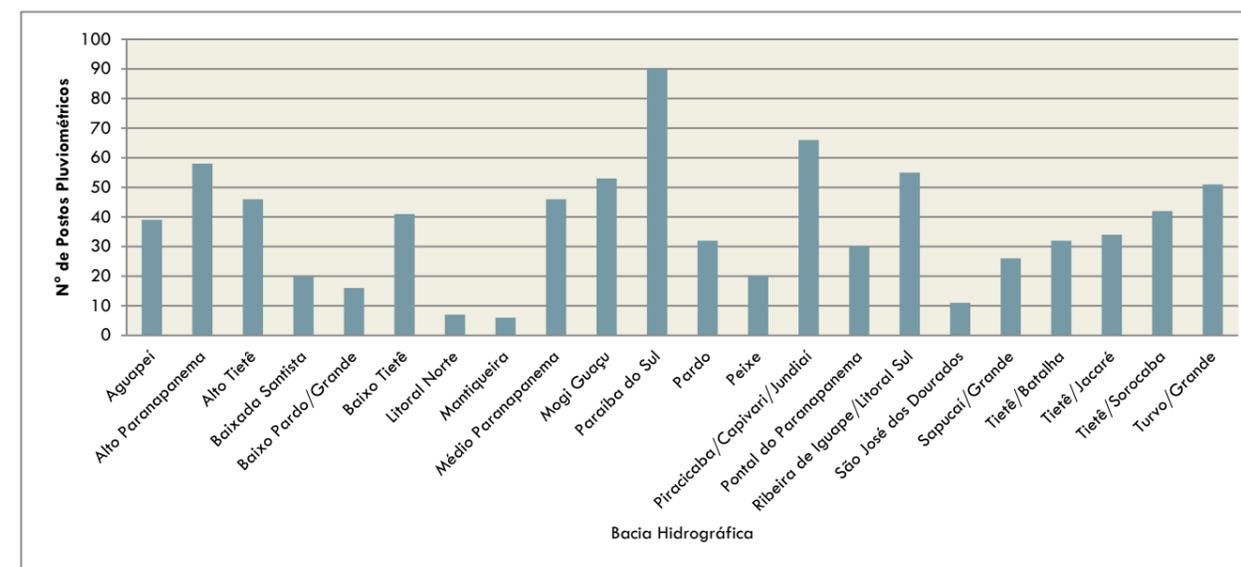


Figura 15. Número de postos pluviométricos por bacia hidrográfica utilizados para elaboração do índice de erosividade.

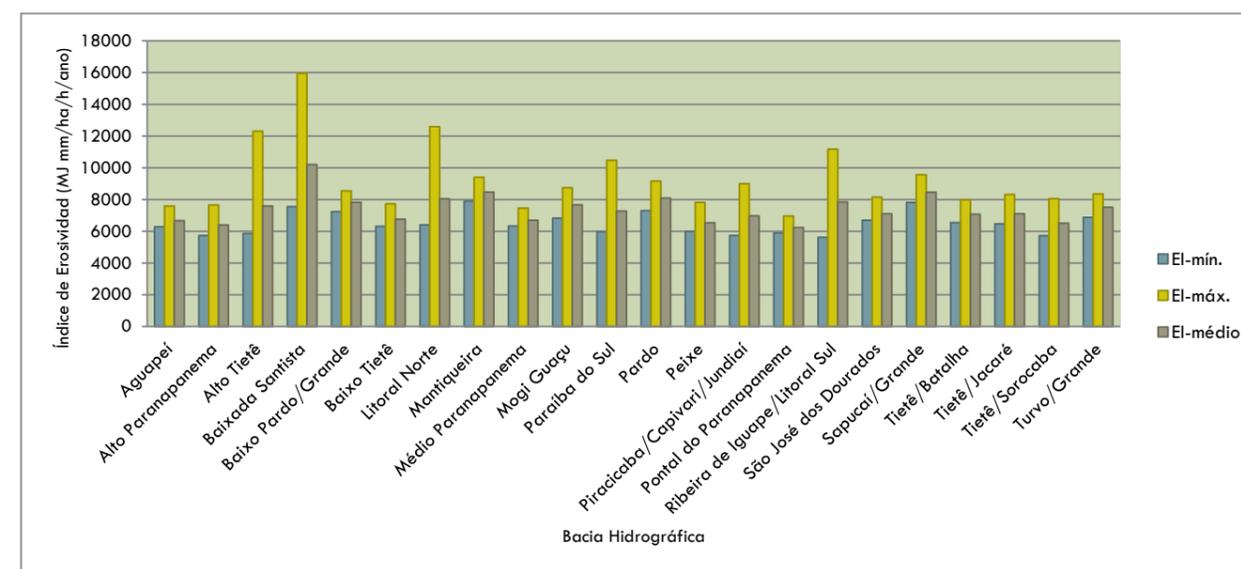


Figura 16. Índice de erosividade (EI), mínimo, máximo e médio, por bacia hidrográfica, por ano.

**Tabela 7.** Postos meteorológicos e dados utilizados para a obtenção do mapa de erosividade. (período utilizado 1971-1993; n° de anos observados = 22 anos).

Bacia Hidrográfica	N° de Postos Pluviométricos	N° de Municípios abrangidos*	Índice de Erosividade (EI) em MJ mm/ha/h/ano			Ocorrência de Classe de Erosividade média por bacia hidrográfica**
			EI mín.	EI máx.	EI médio	
Aguapeí	37	35	6278,88	7596,41	6667,25	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Alto Paranapanema	58	33	5734,56	7662,94	6393,74	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Alto Tietê	47	24	5862,98	12311,57	7589,18	<b>Moderada a Forte</b> Forte Muito Forte
Baixada Santista	20	10	7558,85	15950,88	10201,39	Forte <b>Muito Forte</b>
Baixo Pardo/Grande	17	12	7239,11	8543,87	7833,89	Moderada a Forte <b>Forte</b>
Baixo Tietê	42	29	6310,16	7733,06	6761,08	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Litoral Norte	10	5	6406,69	12594,84	8046,38	<b>Moderada a Forte</b> <b>Forte</b> Muito Forte
Mantiqueira	6	3	7901,66	9402,32	8467,72	<b>Forte</b>
Médio Paranapanema	46	36	6327,44	7464,35	6694,61	<b>Moderada a Forte</b> <b>Forte</b>
Mogi Guaçu	57	39	6831,58	8744,44	7669,95	Moderada a Forte <b>Forte</b>
Paraíba do Sul	91	32	5972,52	10477,61	7277,35	<b>Moderada a Forte</b> Forte Muito Forte
Pardo	28	20	7298,42	9169,17	8094,30	Moderada a Forte <b>Forte</b>
Peixe	22	17	5988,97	7816,27	6538,75	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Piracicaba/Capivari/Jundiá	66	48	5738,39	9002,56	6968,27	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Pontal do Paranapanema	32	18	5899,49	6957,31	6236,46	<b>Moderada a Forte</b>
Ribeira de Iguape/Litoral Sul	57	20	5627,10	11173,78	7846,06	<b>Moderada a Forte</b> <b>Forte</b> Muito Forte
São José dos Dourados	11	10	6697,88	8149,38	7104,68	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Sapucaí/Grande	26	20	7821,94	9561,69	8463,76	<b>Forte</b>
Tietê/Batalha	33	29	6543,91	7983,12	7071,47	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Tietê/Jacaré	34	23	6467,47	8321,12	7099,87	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Tietê/Sorocaba	43	32	5730,71	8052,59	6504,74	<b>Moderada a Forte</b> Forte
Turvo/Grande	50	44	6880,89	8357,14	7517,39	Moderada a Forte <b>Forte</b>
RJ	2					<b>Forte</b>
MG	1					<b>Muito Forte</b>
PR	6					<b>Moderada a Forte</b> Muito Forte
Total Geral	842	490				

\* O mesmo município pode estar em mais de uma Bacia Hidrográfica.

\*\* realçado em negrito classe dominante

Escorregamento em Cambissolo na região da represa Guarapiranga  
(foto: Antonio Manoel dos Santos Oliveira - 2013)



Quadro 12. Predomínio de classes de erosividade por área de ocorrência, agrupadas por subordens de solo no Estado de São Paulo (em negrito as classes dominantes).

SOLOS	CLASSE DE EROSIVIDADE	% de ocorrência	Situação	SOLOS	CLASSE DE EROSIVIDADE	% de ocorrência	Situação
Argissolo Amarelo (PA)	<b>Forte</b>	54	<b>dominante</b>	Latossolo Vermelho (LV)	Forte	41	secundária
	Moderada/forte	41	secundária		<b>Moderada/forte</b>	<b>59</b>	<b>dominante</b>
	Muito forte	5	secundária		Forte	34	secundária
Argissolo Vermelho (PV)	Forte	14	secundária	Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)	<b>Moderada/forte</b>	<b>66</b>	<b>dominante</b>
	<b>Moderada/forte</b>	86	<b>dominante</b>		Forte	15	secundária
Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)	Forte	23	secundária	Luvissolo Háptico (TX)	<b>Moderada/forte</b>	<b>85</b>	<b>dominante</b>
	<b>Moderada/forte</b>	77	<b>dominante</b>		Forte	46	secundária
Cambissolo Húmico (CH)	<b>Forte</b>	93	<b>dominante</b>	Neossolo Litólico (RL)	<b>Moderada/forte</b>	<b>50</b>	<b>dominante</b>
	Moderada/forte	7	secundária		Muito forte	4	secundária
Cambissolo Háptico (CX)	<b>Forte</b>	50	<b>dominante</b>	Neossolo Flúvico (RY)	<b>Forte</b>	<b>50</b>	<b>dominante</b>
	<b>Moderada/forte</b>	42	<b>dominante</b>		Moderada/forte	27	secundária
	Muito forte	8	secundária		Muito forte	23	secundária
Chernossolo Argilúvico (MT)	Forte	15	secundária	Neossolo Quartzarênico (RQ)	<b>Forte</b>	<b>57</b>	<b>dominante</b>
	<b>Moderada/forte</b>	85	<b>dominante</b>		Moderada/forte	43	secundária
Espodossolo Humilúvico/Ferrihumilúvico (EK)	<b>Forte</b>	75	<b>dominante</b>	Nitossolo Vermelho (NV)	Forte	8	secundária
	Muito forte	25	secundária		<b>Moderada/forte</b>	<b>92</b>	<b>dominante</b>
Gleissolo Tiomórfico (GJ)	<b>Forte</b>	95	<b>dominante</b>	Organossolo Tiomórfico (OJ)	<b>Forte</b>	<b>79</b>	<b>dominante</b>
	Muito forte	5	secundária		Muito forte	21	secundária
Gleissolo Sálco (GZ)	Forte	33	secundária	Organossolo Háptico (OX)	<b>Forte</b>	<b>86</b>	<b>dominante</b>
	<b>Muito forte</b>	67	<b>dominante</b>		Moderada/forte	13	secundária
Gleissolo Melânico (GM)	Forte	8	secundária	Planossolo Háptico (SX)	Forte	6	secundária
	<b>Moderada/forte</b>	92	<b>dominante</b>		<b>Moderada/forte</b>	<b>94</b>	<b>dominante</b>
Gleissolo Háptico (GX)	Forte	39	secundária	Plintossolo Pétrico (FF)	<b>Forte</b>	<b>98</b>	<b>dominante</b>
	<b>Moderada/forte</b>	57	<b>dominante</b>		Moderada/forte	2	secundária
	Muito forte	4	secundária		<b>Forte</b>	<b>83</b>	<b>dominante</b>
Latossolo Bruno (LB)	<b>Forte</b>	88	<b>dominante</b>	Afloramento Rochoso (AR)	Moderada/forte	16	secundária
	Moderada/forte	12	secundária		Muito forte	1	secundária
Latossolo Amarelo (LA)	<b>Forte</b>	52	<b>dominante</b>				
	<b>Moderada/forte</b>	47	<b>dominante</b>				
	Muito forte	1	secundária				

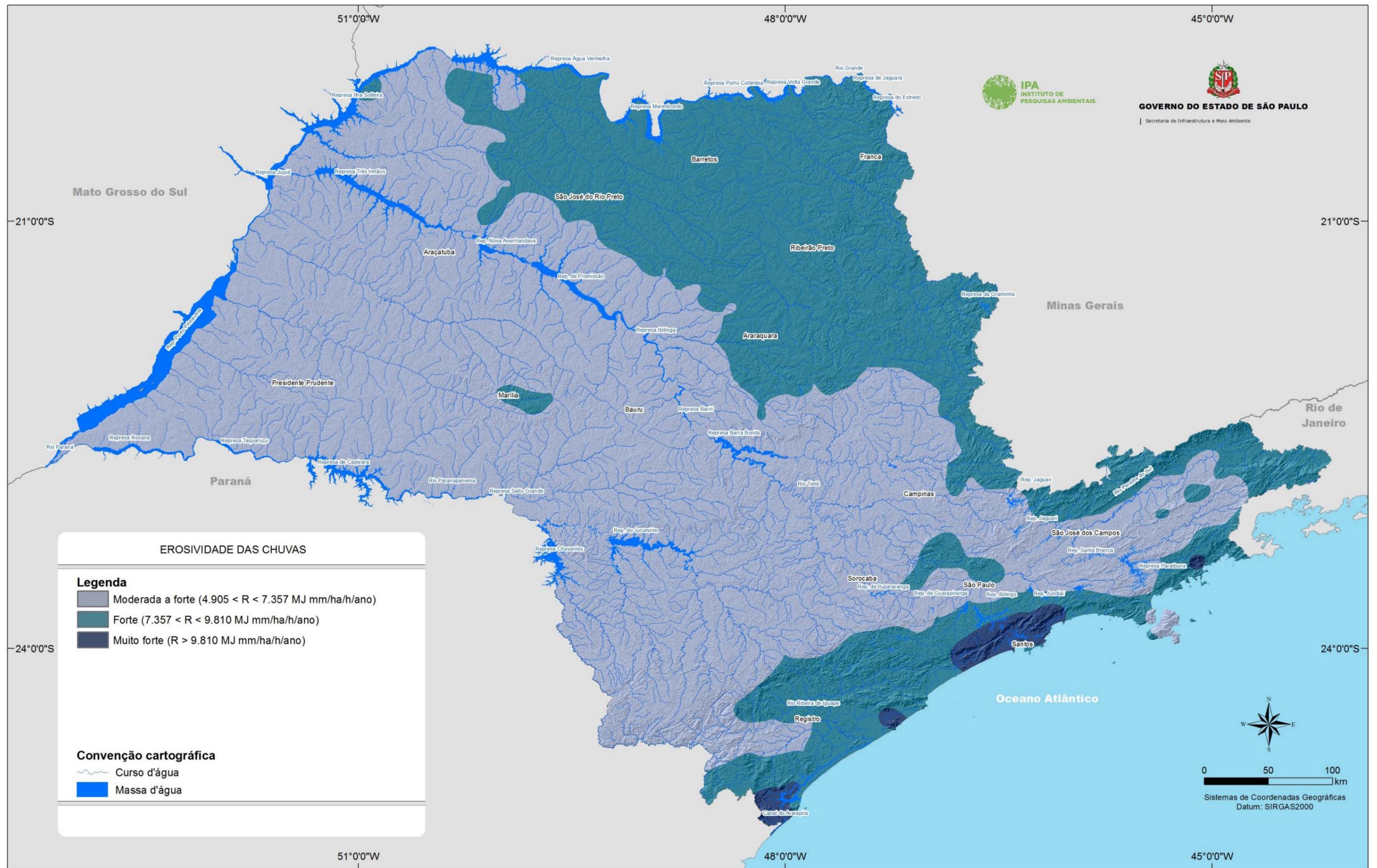


Figura 17. Erosividade das chuvas para o Estado de São Paulo.

## Classes de Declividade

As classes de declividade foram relacionadas aos processos geomórficos dominantes e seus efeitos quanto à ocupação, formatadas visando à suscetibilidade a esses processos. De forma geral, a declividade serviu para refinar os delineamentos das classes de suscetibilidades, permitindo maior detalhamento, quando do cruzamento das informações para obtenção dos mapas apresentados.

Foram estabelecidas as seguintes classes de inclinação de vertentes: plano (0-2%), suave ondulado (2-8%), ondulado (8-15%), ondulado/forte ondulado (15-30%), forte ondulado (30-45%) e

montanhoso/escarpado (> 45%), adaptados da literatura (Pires Neto et al., 2005, 2007; IBGE, 2009; Rossi et al., 2009 e Santos et al., 2018). Com base nessas classes, foi elaborado o mapa de declividade do terreno e sua energia, que pode indicar potencialidades quanto aos processos geomórficos, constituindo zonas de suscetibilidade muito baixa, baixa, média, alta, muito alta e suas variações. Esse mapa foi elaborado a partir de modelo digital do terreno, com base nos dados ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) Versão 3 (ASTGTM), cuja resolução espacial é de 30 m (Quadro 12 e Figura 20).

**Quadro 13.** Relação entre inclinação das vertentes, processos de erosão e deposição mais frequentes e seus efeitos, potencialidade de usos e suscetibilidade à ocupação.

Classes de Relevô	Inclinação das Vertentes	Processos Dominantes	Efeitos Dominantes	Suscetibilidade aos processos geomórficos quanto à ocupação
Plano	< 1° 0 a 2 %	Escoamento superficial difuso muito lento a lento.	Freático elevado. Encharcamentos, alagamentos e inundações. Enchentes sazonais. Erosão laminar e em sulcos localizadas e de baixa intensidade.	Alta
			Freático profundo, erosão laminar ocasional, localizada e de baixa intensidade.	Muito Baixa
Suave ondulado	1° a 5° 2 a 8%	Escoamento superficial difuso lento a médio.	Erosão laminar, em sulcos e fluvial ocasional, localizada e de baixa intensidade.	Baixa
Ondulado	5° a 8° 8 a 15 %	Escoamento superficial difuso médio a rápido.	Erosão laminar frequente e de média intensidade.	Baixa a Média
		Escoamento superficial concentrado lento.	Formação de sulcos ou ravinas ocasionais, localizados e de baixa intensidade.	
		Deslocamento lento de massas de solo.	Rastejo de solo ocasional, localizado e de baixa intensidade.	
Ondulado a Forte ondulado	8° a 11° 15 a 19 %	Escoamento superficial difuso rápido. Escoamento superficial concentrado rápido. Deslocamentos lentos e rápidos de massas de solo.	Erosão laminar, em sulcos e voçorocas ocasionais e localizadas. Rastejo e Escorregamentos.	Média
	11° a 15° 19 a 30 %		Erosão laminar e voçorocas frequentes. Escorregamentos.	Média a Alta
Forte Ondulado	15° a 24° 30 a 45%	Escoamento superficial difuso muito rápido. Escoamento superficial concentrado muito rápido. Deslocamentos rápidos de massas de solo e rocha.	Erosão laminar e em sulcos. Voçorocas frequentes. Escorregamentos. Quedas de blocos ocasionais e localizadas. Formação de cones de dejeção e corpos de tálus ocasionais e localizados.	Alta
Montanhoso a escarpado	24° a 35° 45 a 70 %	Escoamento superficial concentrado e torrencial. Deslocamentos rápidos de massas de solo e rochas.	Sulcos ou ravinas. Escorregamentos e queda de blocos. Formação de cones de dejeção e corpos de tálus generalizada.	Muito Alta
	35° > 70 %			Inadequado à ocupação

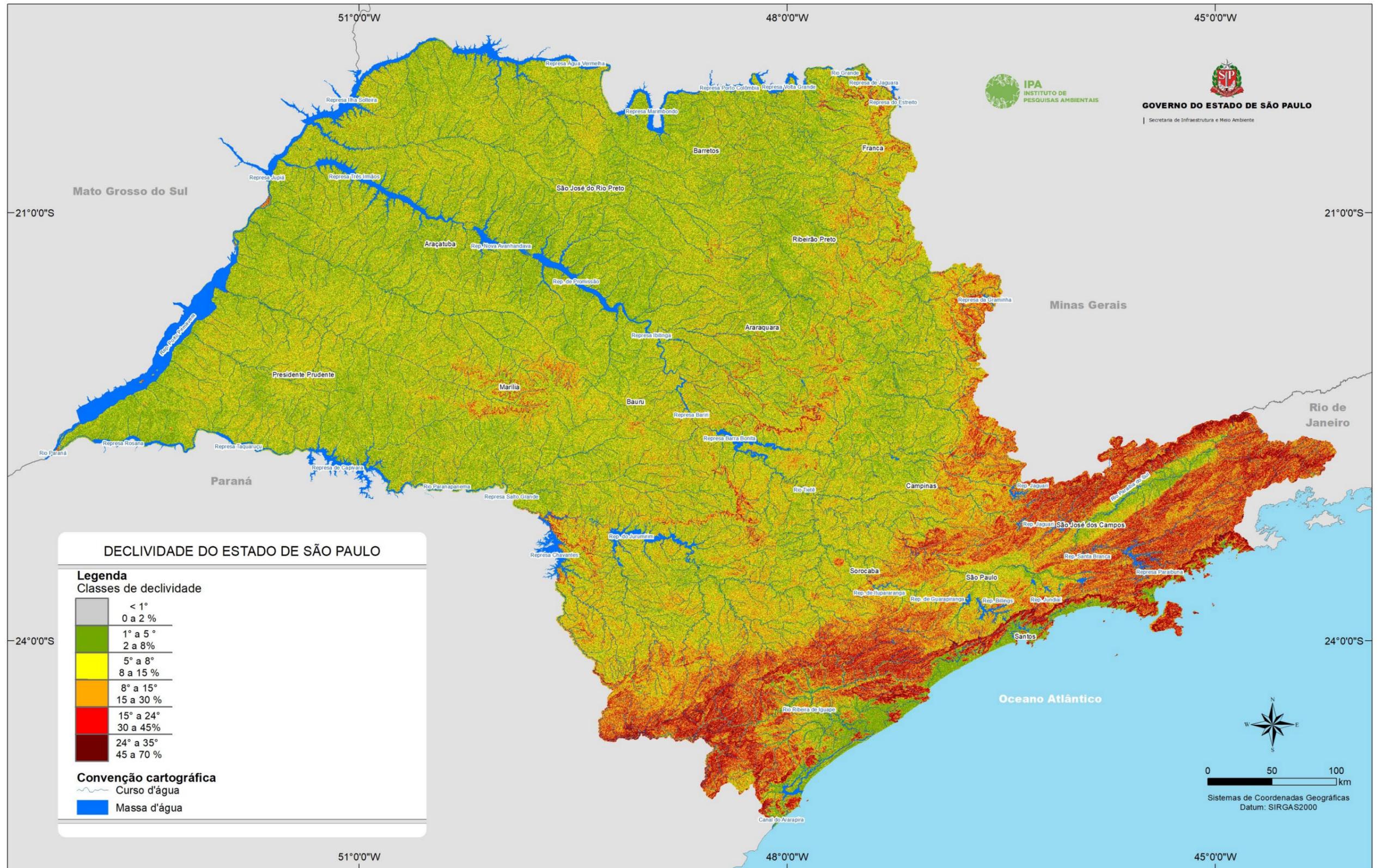


Figura 18. Mapa de classes de declividade do Estado de São Paulo.



Erosão marinha costeira em Espodossolo no município de Ilha Comprida  
(foto: Marcio Rossi - 2012)

## Potencial de suscetibilidade dos solos aos processos erosivos hídricos (Processo Quantitativo)

Nesse procedimento, foi adotado o cruzamento das informações de erodibilidade, erosividade e declividade, por meio de métodos quantitativos. Esses elementos agrupam as informações pedológicas, geomorfológicas e climáticas de forma a representar as questões de erosão hídrica, nas quais as taxas de erosão são normalmente associadas aos declives médios das bacias hidrográficas e são maiores quanto maior é o declive, por outro lado, pouca chuva já causa altas taxas de erosão, sendo que 40% da variabilidade da denudação é consequência dessa declividade.

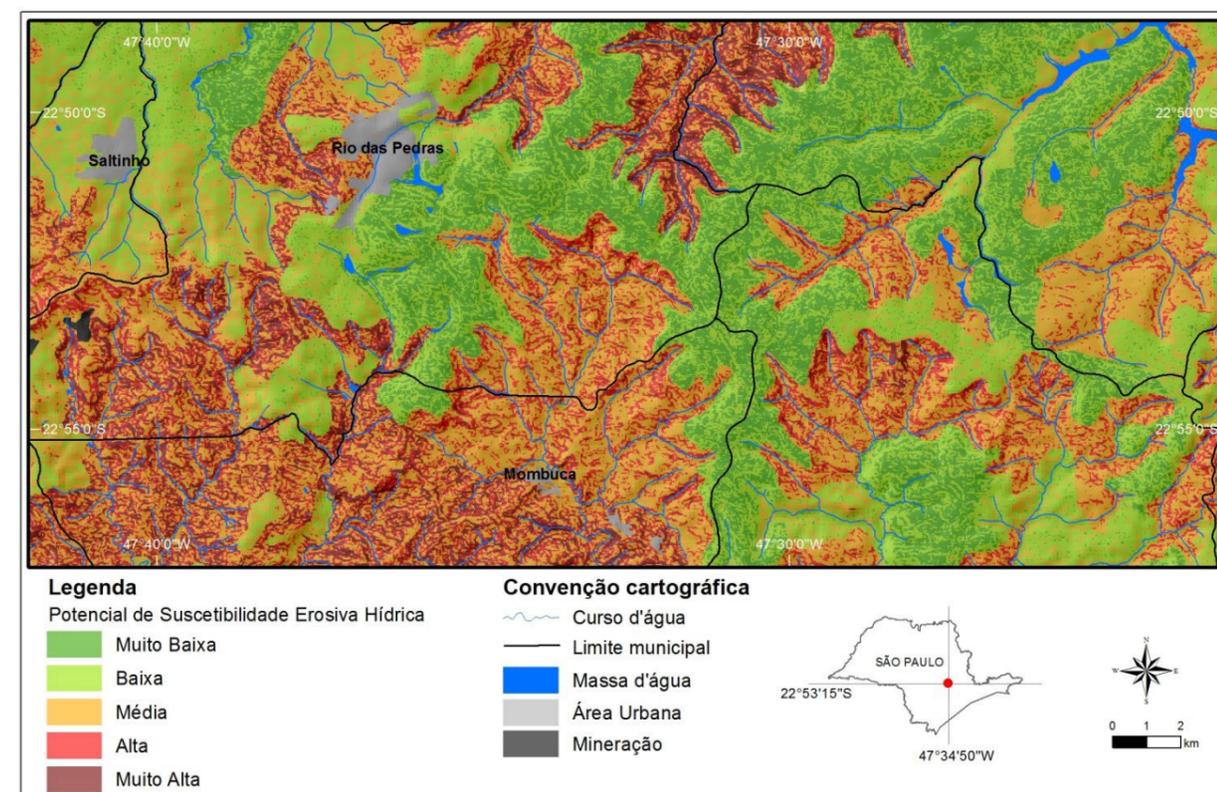


Recentemente, a EMBRAPA-Solos lançou material sobre os solos brasileiros (Ferraz et al., 2020), no qual constam classes de suscetibilidade à erosão hídrica para todo o território nacional, utilizando os mesmos procedimentos aqui adotados e atingindo resultados similares. Aqui, foi utilizada uma base pedológica diferente e de postos climáticos com maior número, permitindo um resultado mais apurado.

Para proceder-se aos cruzamentos das informações e gerar novos dados espaciais foi utilizada modelagem de integração temática, direcionada através de conhecimento do especialista do comportamento dos atributos pedológicos, onde se estabeleceram classes interpretativas para os elementos estudados e a partir destes uma análise quantitativa classificou os atributos. Foram utilizados para o cruzamento os mapas de erodibilidade dos solos e erosividade das chuvas no formato vetor, transformados em raster, e o mapa de declividade, já no formato raster, todos elaborados conforme descrito anteriormente. Foi estabelecida uma grade fixa para o Estado de 30 x 30 m que agrupou as informações analisadas nas planilhas classificatórias, espacializando a informação numérica a partir de algoritmos do programa ArcGis. Estabeleceram-se como classes de suscetibilidade: classe muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Assim, o mapa da erodibilidade, composto pelas classes muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, recebeu no procedimento adotado, respectivamente as classes numéricas 1, 2, 3, 4 e 5. A erosividade no Estado de São Paulo ocorre apenas com as classes moderada/forte, forte e muito forte, respectivamente às classes numéricas 3, 4 e 5, já que as classes fraca e moderada estão ausentes (classes numéricas 1 e 2). Enquanto para a declividade, as classes em porcentagem de 0 a 2, 2 a 8, 8 a 15, 15 a 30, 30 a 45 e >45, foram, respectivamente correspondidas com a seguinte numeração: 1, 2, 3, 4 e 5, sendo que a classe >45% foi fixada a partir do numeral 100 e acrescida na classe numérica 5, tendo em vista sua muito alta suscetibilidade, independente das outras informações adicionadas pelo cruzamento. O cruzamento gerou um arquivo com um ranque de mínimo 5 a 15 e acima de 100. Assim, cada pixel do cruzamento adquiriu uma numeração que indicou a classe final de suscetibilidade, 5 e 6 = muito baixa; 7 e 8 = baixa; 9 e 10 = média; 11 = alta; e > 12 = muito alta.

A Figura 21 ilustra, em detalhe, as informações que foram geradas pelo processo de cruzamento de mapas, mostrando áreas que representam pixel de 30 x 30 m, muito em função do detalhamento estabelecido pela declividade dos terrenos.



**Figura 19.** Potencial de suscetibilidade erosiva hídrica do solo mostrando o detalhamento estabelecido devido, principalmente, às classes de declividade, em parte da bacia do Piracicaba/Capivari/Jundiá.

O mapa da Figura 22 apresenta o resultado para o Estado de São Paulo desse cruzamento, indicando as áreas mais propensas aos processos erosivos hídricos. Cabe salientar que esse procedimento não individualiza os processos como estabelecido pelo procedimento qualitativo apresentado nos capítulos

anteriores, assim, a figura sintetiza a suscetibilidade erosiva de forma generalizada, indicando as regiões com maior ou menor potencialidade de desenvolvimento dos processos.



**Erosão costeira marinha em Espodossolo no município de Ilha Comprida**  
(foto: Marcio Rossi - 2012)

Pode-se notar que há muito alta e alta suscetibilidade nas regiões de serras (Serra do Mar, da Mantiqueira), cuestas basálticas (nos limites da depressão periférica) e areníticas (região de Marília) e morros e morrotes, normalmente associadas a altas declividades, aos cambissolos e solos rasos. A alta e média suscetibilidade têm forte influencia na região do planalto ocidental, principalmente nos argissolos e, nas outras classes de solo, encontra-se espalhado pelo Estado. As baixas suscetibilidades estão concentradas nos latossolos em geral, enquanto as muito baixas sobre os latossolos argilosos em relevos pouco declivosos do médio vale do rio Paranapanema e pequenas áreas da região de Ribeirão Preto, Barretos e de Tatuí a Laranjal Paulista.



**Erosão em sulcos rasos em Latossolos na região de Altinópolis**  
(foto: Marcio Rossi - 2013)



**Erosão em ravina em Latossolo, no município de Cajuru**  
(foto: Marcio Rossi - 2018)

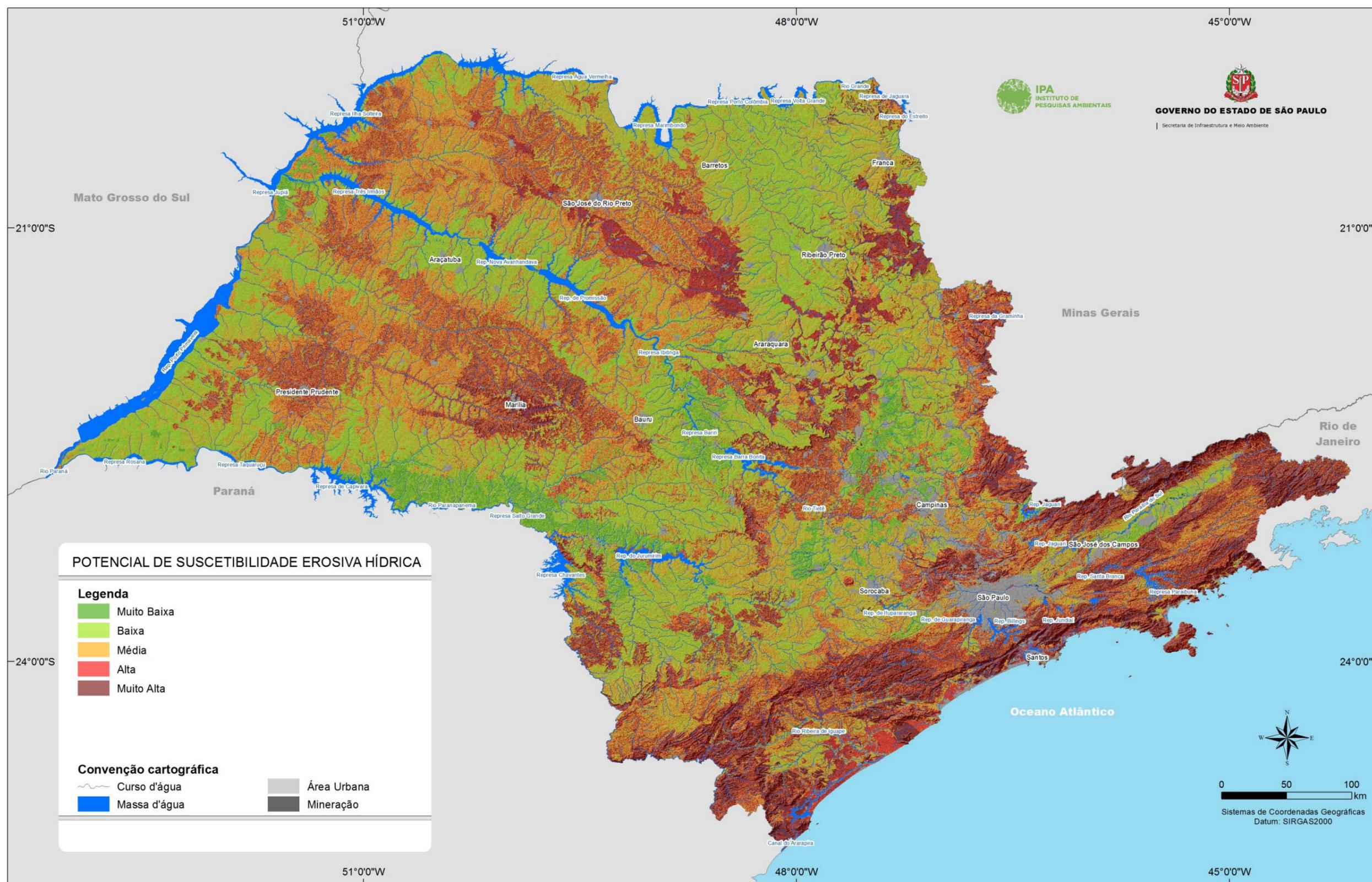


Figura 20. Potencial de suscetibilidade erosiva hídrica do solo (erodibilidade x erosividade x declividade).

### Suscetibilidade do meio físico baseada na unidade de mapeamento pedológico (Processo Qualitativo)

Suscetibilidade ambiental é uma análise do ambiente baseada na avaliação dos componentes do meio físico e biológico e suas relações, que permite estimar, por meio de graus comparativos, a potencialidade que determinada área tem para a ocorrência de impactos negativos. Aqui, procuramos dar a contribuição dos elementos do meio físico para a análise da suscetibilidade ambiental, com ênfase nos atributos pedológicos.

Geralmente, estudos de suscetibilidade ambiental estão relacionados ao potencial de erosão, de deslocamento de massas de terra, de inundações e suas consequências. Em nosso território, essas ocorrências têm trazido danos consideráveis e que requerem conhecimento e medidas de prevenção, tanto em áreas agrícolas e urbanas, como em áreas naturais.



**Rastejo em relevo de morros e montanhas, em solos pouco espessos na região de Bananal**  
(foto: Antônio Gonçalves Pires Neto - 2011)

Um dos fatores que intensificam esses processos são as práticas humanas de ocupação do território, normalmente aliadas à falta de planejamento (ocupações irregulares ou sem planejamento, remoção irregular de vegetação, falta de práticas de conservação do solo). Essas práticas geram alterações no ambiente, incluindo modificações expressivas em fluxos hídricos que em casos extremos, provocam extinção de cursos d'água ou redução substancial de sua vazão.

Dessa forma, a Tabela 8 apresenta uma síntese dos atributos de solos e dos processos geomórficos analisados nos capítulos anteriores, com sua interpretação e categorização frente às classes de suscetibilidade adotadas. Assim, cada coluna das suscetibilidades potenciais já foi espacializada nas figuras anteriormente apresentadas, restando como síntese de mapeamento, a partir do agrupamento das suscetibilidades potenciais,

as classes de suscetibilidade do meio físico baseadas no delineamento das unidades pedológicas, aqui mostrado na Figura 23.

De forma geral, as Figuras 22 e 23 sintetizam as suscetibilidades de erosão hídrica e ambiental. Fazendo uma análise entre esses mapas, suscetibilidade erosiva hídrica do solo e suscetibilidade ambiental, pode-se notar que a individualização dos delineamentos é parecida, em função das intensidades, porém quanto às classes de suscetibilidade, a Figura 22 demonstra as áreas por pixel e por cruzamento com a declividade, apresentando maior segmentação dos delineamentos e fornecendo detalhamento diferenciado frente à Figura 23, em que os delineamentos são gerados a partir dos atributos pedológicos, manchas mais homogêneas. Neste último caso, a nitidez dos delineamentos é maior, mas a generalização também aumenta. Diferenças marcantes podem ser observadas, por exemplo, nas regiões do litoral, onde a suscetibilidade erosiva hídrica é muito alta a alta enquanto a ambiental passa a ser média, isso se dá pela baixa declividade dos terrenos e relativa estabilidade dos materiais nestes setores, apesar da erodibilidade e erosividade se destacarem. De qualquer modo, ambos fornecem visualizações da potencialidade dos terrenos frente às questões de desgaste e deterioração, buscando agrupar áreas homogêneas quanto ao comportamento frente aos processos erosivos e à ocupação.



**Queda de blocos em solos rasos na região de Itararé**  
(foto: Marcio Rossi - 2014)

**Erosão por solapamento de canal no município de Santa Rita do Passa Quatro**  
(foto: Marcio Rossi - 2006)



Tabela 8. Síntese dos atributos e potencial de ocorrência dos processos analisados.

Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial									Suscetibilidade do meio físico**	Grupo Hidrológico solo saturado
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento/assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico	Recalque		
PAd1		PA+PAC	Média/Média e Média/Argilosa	Média/Média e Média/Argilosa	Hidromorfia	Suave ondulado	883,70	Média	Forte	Média	Média	Nula	Média	Baixa	Nula	Baixa	Alta	C
PAd2		PA+CX	Média	Média a Argilosa		Ondulado	202,47	Média	Muito forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PAd3		PA+LA	Média	Média		Ondulado	442,08	Baixa	Forte	Média	Média	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Média	B
PAd4		PA+RL	Média	Média		Ondulado	1.304,81	Alta	Muito forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/D
PAd5	PA	PA+RL	Arenosa/Média	Média e Arenosa		Ondulado	3.719,67	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/D
PAd6		PA+RQ	Arenosa/Média	Arenosa	Hidromorfia	Suave ondulado	2.585,96	Média	Forte	Média	Média	Nula	Média	Baixa	Nula	Baixa	Muito Alta	C/D
PVd1	PV6	PV	Média/Argilosa			Suave ondulado	1.113,11	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVd2	PV8	PV+PVA	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa	Argilosa		Ondulado	18.599,52	Baixa	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVd3	PV10	PV+LV	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa		Ondulado	24.757,76	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
PVd4	PV9	PV+RL	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa	Média		Ondulado	846,18	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C/D
PVd5	PV11	PV+RL	Argilosa	Argilosa		Ondulado	391,41	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C/D
PVd6	PV12	PV+NV	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa	Argilosa		Ondulado	25.931,76	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVe1	PV1	PV	Média/Argilosa			Ondulado	16.640,28	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVe2	PV2	PV	Média/Argilosa			Ondulado	379,88	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVe3		PV+AR	Média/Argilosa		Rochoso	Ondulado	484,15	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVe4	PV4	PV+PVA	Média/Argilosa	Arenosa/Média		Suave ondulado	140.386,58	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVe5	PV5	PV+LV	Argilosa	Argilosa		Forte Ondulado	10.477,00	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula (exceção-Baixa, Média)	Baixa	B
PVe6	PV3	PV+TX	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa	Média/Argilosa		Ondulado	221,45	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	C
PV	PV7	PV	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa		Cascalho	Ondulado	17.496,78	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAd1	PVA18	PVA+PVA	Arenosa/Média		> 0,50 e < 1,0 m Arênico*	Ondulado	114.127,18	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
PVAd2	PVA19	PVA	Arenosa/Média		>1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	118.344,64	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A
PVAd3	PVA16	PVA	Argilosa e Argilosa/Muito Argilosa			Forte ondulado e Ondulado	200.960,44	Baixa	Forte	Média	Baixa	nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAd4	PVA17	PVA	Arenosa/Média			Suave Ondulado	258.930,67	Média	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd5	PVA15	PVA	Média, Argilosa e Média/Argilosa			Ondulado e Forte ondulado	458.004,64	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Alta a Média)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAd6	PVA41	PVA	Média/Argilosa e Argilosa		Rochoso	Forte ondulado	3.984,90	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd7	PVA14	PVA	Arenosa/Média e Média			Ondulado e Suave ondulado	233.663,26	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
PVAd8	PVA39	PVA	Média/Argilosa e Argilosa		Rochoso	Forte Ondulado	38.342,42	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Alta (exceção Média e nula)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd9	PVA23	PVA+PVA	Arenosa/Média e Média/Argilosa	Média e Média/Argilosa		Ondulado	281.418,06	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/B
PVAd10	PVA24	PVA+PVA	Arenosa/Média	Arenosa/Média e Média		Ondulado	57.454,17	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C
PVAd11	PVA25	PVA+PVA	Arenosa/Média	Arenosa/Média		> 1,0 m Espessoarênico*	1.288,65	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A

Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial								Susceptibilidade do meio físico**	Grupo Hidrológico solo saturado	
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento/assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico			Recalque
PVAd12	PVA40	PVA+PV	Média/Argilosa e Argilosa	Média/Argilosa e Argilosa		Forte ondulado	111.362,23	Alta	Moderada/forte	Média	Baixa	Alta (exceção Média)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd13	PVA42	PVA+PVA	Média/Argilosa e Argilosa	Argilosa		Ondulado	27.553,70	Alta	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd14	PVA22	PVA+PVA	Média e Média/Argilosa	Média e Arenosa/Média		Ondulado	248.851,96	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAd15	PVA37	PVA+CX	Argilosa/Muito Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	36.993,90	Baixa	Forte	Média	Baixa	Alta (exceção Média e nula)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAd16	PVA38	PVA+CX	Média/Argilosa e Argilosa	Média e Argilosa	Rochoso	Forte ondulado	195.410,56	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula (exceção Média, Alta, Muito Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd17	PVA35	PVA+CX	Média/Argilosa	Média		Forte ondulado e Ondulado	7.563,94	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
PVAd18	PVA32	PVA+CX	Média/Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	242.106,08	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Média e Alta)	Nula	Nula	Nula (exceção-Alta)	Nula	Média	B
PVAd19	PVA36	PVA+CX	Média	Média	Cascalho	Forte ondulado e Ondulado	83.079,92	Média	Moderada/forte	Média	Média	Média (exceção nula e Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
PVAd20	PVA28	PVA+CX	Arenosa/Média	Média		Ondulado	6.334,98	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
PVAd21	PVA33	PVA+CX+RL	Média/Argilosa	Argilosa e Média		Ondulado	68.440,15	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C/D
PVAd22	PVA26	PVA+LVA	Arenosa/Média	Média		Forte ondulado e Ondulado	58.464,04	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula (exceção Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/B
PVAd23	PVA31	PVA+LVA	Argilosa e Média/Argilosa	Argilosa		Ondulado	358.446,62	Baixa	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Média e Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAd24	PVA30	PVA+LVA	Arenosa/Média	Média		Ondulado e Suave ondulado	86.079,83	Média	Forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd25	PVA27	PVA+LV+NV	Média/Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado e Ondulado	221,84	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C/B
PVAd26	PVA34	PVA+TX	Média/Argilosa e Argilosa	Média/Argilosa e Argilosa		Ondulado	7.778,63	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
PVAd27	PVA43	PVA+RL	Média	Média	Cascalho	Ondulado	101.068,99	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C/D
PVAd28	PVA45	PVA+AR	Argilosa		Cascalho / Rochoso	Ondulado e Forte ondulado	3.998,13	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
PVAd29	PVA21	PVA	Argilosa		Cascalho	Ondulado e Forte ondulado	71.893,93	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAe/d1	PVA7	PVA+PVA	Média/Argilosa	Média e Média/Argilosa	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	32.794,29	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A
PVAe/d2	PVA9	PVA+LVA	Média/Argilosa, Arenosa/Argilosa e Arenosa/Média	Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	2.760,97	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A/B
PVAe/d3	PVA11	PVA+RL	Arenosa/Argilosa e Média/Argilosa	Média		Ondulado	35.859,14	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/D
PVAe/d4	PVA12	PVA+RL	Arenosa/Média	Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	54.674,83	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A/D
PVAe/d5	PVA44	PVA+RL	Arenosa/Média	Arenosa e Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado e Suave ondulado	89.318,84	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A/D
PVAe/d6	PVA13	PVA+RL	Arenosa/Argilosa e Média/Argilosa	Média		Ondulado	317,70	Muito Alta	Forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/D

**Escorregamentos e rastejo em Argissolos e Cambissolos no município de São Bento do Sapucaí**  
(foto Marcio Rossi - 2009)



Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial									Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico	Recalque		
PVAe/d7	PVA8	PVA+RQ	Média/Argilosa, Arenosa/Argilosa e Arenosa/Média	Arenosa	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	870,87	Muito Alta	Forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A
PVAe1	PVA3	PVA	Argilosa e Média			Ondulado e Forte ondulado	178.299,61	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
PVAe2	PVA5	PVA	Média/Argilosa, Arenosa/Argilosa e Arenosa/Média		>1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	26.321,66	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A/C
PVAe3	PVA1	PVA	Arenosa/Média		> 0,50 e < 1,0 m Arênico*	Suave ondulado e Ondulado	1.832.816,53	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
PVAe4	PVA2	PVA	Arenosa/Média			Suave ondulado e Ondulado	87.265,28	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
PVAe5	PVA4	PVA+PV	Arenosa/Média e Média	Arenosa/Média e Média		Suave ondulado	3.063.823,83	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
PVAe6	PVA6	PVA+PV	Arenosa/Média e Média	Arenosa/Média e Média	>1,0 m Espessoarênico*	Suave ondulado e Ondulado	388.583,33	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A
PVAe7	PVA10	PVA+RR+RL	Arenosa/Média	Arenosa		Ondulado e Suave ondulado	229.913,32	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/D
PVA1	PVA29	PVA+RL	Indiscriminada	Média	Cascalho	Ondulado e Forte ondulado	43.619,89	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Média e Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C/D
PVA2	PVA20	PVA	Arenosa/Média			Ondulado	559,93	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C
CHd1	CH1	CH	Argilosa e Média			Ondulado	7.205,48	Baixa	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C
CHd2	CH3	CH+CX	Argilosa e Média	Argilosa e Média		Forte ondulado	85.172,14	Alta	Forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C
CHd3	CH4	CH+RL+AR	Argilosa e Média	Média	Rochoso	Forte ondulado e Montanhoso	28.337,39	Alta	Forte	Alta	Baixa	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
CHd4	CH2	CH+RL	Argilosa e Média	Arenosa e Média		Forte ondulado	1.232,92	Baixa	Moderada/forte	Média	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	D
CXve	CX15	CX+MT+RL	Argilosa	Argilosa e Média		Forte ondulado	25.860,29	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Média (exceção nula)	Nula	Nula	Alta	Nula	Muito Alta	C
CXbd1	CX13	CX	Argilosa		Cascalho	Forte ondulado	193.698,56	Média	Forte	Média	Média	Alta (exceção Muito Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
CXbd2	CX1	CX	Média			Forte ondulado	19.535,42	Alta	Moderada/forte	Média	Média	Alta	Nula	Nula	Nula (exceção-Média)	Nula	Alta	C
CXbd3	CX2	CX	Indiscriminada		Hidromorfia	Suave ondulado	2.128,04	Média	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	Alta 2	C
CXbd4	CX5	CX+PVA	Média	Arenosa/Média		Ondulado	3.005,03	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
CXbd5	CX6	CX+PVA+RL	Média	Arenosa/Média		Ondulado	3.463,15	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
CXbd6	CX16	CX+LA	Média e Argilosa	Média e Argilosa		Forte ondulado	438.095,29	Média	Forte	Alta	Média	Alta (exceção Muito Alta)	Nula	Nula	Nula (exceção-Média e Alta)	Nula	Alta	B
CXbd7	CX23	CX+LA	Média	Média		Forte ondulado	11.543,85	Alta	Muito forte	Média	Baixa	Média (exceção nula)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
CXbd8	CX12	CX+RL	Muito Argilosa			Forte ondulado e Montanhoso	129.427,10	Alta	Moderada/forte	Média	Média	Alta	Nula	Nula	Nula (exceção Alta)	Nula	Muito Alta	D
CXbd9	CX21	CX+RL	Argilosa e Média	Média		Forte ondulado e Montanhoso	247.324,36	Alta	Forte	Média	Média	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
CXbd10	CX24	CX+RL	Média e Argilosa	Média		Forte ondulado	8.540,64	Alta	Moderada/forte	Média	Média	Alta	Nula	Nula	Nula (exceção Alta)	Nula	Alta	D
CXbd11	CX4	CX+RL	Média			Ondulado	3.872,10	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
CXbd12	CX7	CX+RY+GX	Indiscriminada	Indiscriminada	Hidromorfia	Suave ondulado	17.653,59	Baixa	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Média)	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D

Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial									Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico	Recalque		
CXbd13	CX25	CX+AR	Argilosa e Média		Rochoso	Forte ondulado e Montanhoso	4.530,74	Alta	Moderada/forte	Média	Média	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
CXbd/e	CX9	CX+PVA	Argilosa e Média	Média/Argilosa e Argilosa	Rochoso	Forte ondulado	302.516,73	Alta	Moderada/forte	Média	Média	Alta	Nula	Nula	Nula (exceção-Alta)	Nula	Alta	C
CXb1	CX17	CX	Argilosa e Muito Argilosa			Forte ondulado	59.449,43	Média	Forte	Média	Média	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
CXb2	CX18	CX	Argilosa		Rochoso	Forte ondulado e Ondulado	81.520,59	Alta	Forte	Média	Média	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C
CXb3	CX3	CX	Indiscriminada			Suave ondulado	1.008,68	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
CXbe1	CX14	CX+GX	Argilosa	Indiscriminada	Hidromorfia	Suave ondulado	14.599,36	Baixa	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
CXbe2	CX19	CX+LA	Argilosa	Média e Argilosa		Forte ondulado	1.218,16	Média	Moderada/forte	Alta	Baixa	Nula	Nula	Nula	Alta	Nula	Muito Alta	C
CXd/e	CX10	CX	Argilosa e Média		Rochoso	Forte ondulado	72.657,79	Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula (exceção Média e Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
CXd1	CX20	CX+PA	Argilosa	Média/Argilosa e Argilosa	Rochoso	Forte ondulado	33.420,67	Alta	Forte	Média	Média	Média	Média	Baixa	Nula	Nula	Muito Alta	C
CXd2	CX22	CX+CH	Argilosa e Média	Argilosa e Média		Forte ondulado	37.350,47	Média	Forte	Média	Média	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C
CXd3	CX11	CX+LVA	Argilosa	Argilosa	Concreção	Forte ondulado	399,91	Média	Forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	C
CXd4	CX8	CX+LVA	Média	Média		Suave ondulado	500,12	Média	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
MTf/o1	MT1	MT	Argilosa			Ondulado e Forte ondulado	220,23	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C
MTf/o2	MT4	MT+RL	Argilosa	Argilosa		Ondulado	772,34	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C/D
MTo1	MT2	MT	Argilosa			Ondulado	23,64	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C
MTo2	MT3	MT+RL	Argilosa			Ondulado	256,41	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C/D
MTo3	MT5	MT+NV+RL	Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	179,37	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C/D
MTo4	MT6	MT+RL	Argilosa			Forte ondulado	1.072,58	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	C/D
EK	EK	EK	Arenosa		Arênico; Espessoarênico* Hidromorfia	Plano e Suave ondulado	85.569,11	Muito Alta a Alta	Muito forte	Média	Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Baixa	Média	A/D
GJo	GJ	GJ+GX	Argilosa	Indiscriminada	Hidromorfia	Plano	18.609,71	Média	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GZn	GZ	GZ+RQ	Média e Argilosa	Arenosa	Hidromorfia	Plano	28.708,81	Alta	Muito forte	Média	Muito Baixa	Nula	Alta	Muito Alta	Nula	Muito Alta	Muito Alta 2	D
GMv/bd	GM1	GM+CX	Indiscriminada	Média e Argilosa	Hidromorfia	Plano	16.997,60	Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GMBd1	GM2	GM+GX	Média e Argilosa	Média e Argilosa	Hidromorfia	Plano	97,44	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GMBd2	GM3	GM+RY+O	Argilosa	Média	Hidromorfia e Subsistência	Plano	85.697,08	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXbd1		GX+RY+RQ	Indiscriminada	Arenosa	Hidromorfia	Plano	1.659,37	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXbd2	GX4	GX/GM+CX	Indiscriminada		Hidromorfia	Plano	64.469,47	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXd	GX5	GX+RY	Indiscriminada		Hidromorfia	Plano	79.468,48	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXB/vd/e	GX7	GX+OX	Média e Argilosa		Hidromorfia e Subsistência	Plano	6.481,72	Alta	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXbe/d	GX9	GX+SX+RY	Argilosa	Arenosa/Média e Arenosa/Argilosa	Hidromorfia	Plano	77.346,88	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXve	GX3	GX+RY	Indiscriminada		Hidromorfia	Plano	17.749,56	Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXbe	GX1	GX	Argilosa		Hidromorfia	Plano	11.653,41	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXe/d1	GX11	GX/GM	Argilosa		Hidromorfia	Plano	68.291,99	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D



Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial									Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico	Recalque		
GXe/d2	GX12	GX/GM	Média e Arenosa		Hidromorfia	Plano	2.528,85	Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXe/d3	GX6	GX+SX	Indiscriminada	Média/Argilosa	Hidromorfia	Plano	9.914,04	Média	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GXe/d4	GX10	GX/GM+(RY+CX+SX+F)	Argilosa	Indiscriminada	Hidromorfia	Plano	8.485,47	Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GX1	GX2	GX/GM+O	Indiscriminada		Hidromorfia e Subsidência	Plano	154.412,72	Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
GX2	GX8	GX/GM+RY	Indiscriminada	Argilosa e Média	Hidromorfia	Plano	11.973,49	Média	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
LBd	LB1	LB	Argilosa			Forte ondulado	3.065,81	Baixa	Forte	Média	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	B
LBe1	LB2	LB+RL	Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	1.330,15	Alta	Forte	Média	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
LBe2	LB3	LB+RL+AR	Argilosa	Argilosa	Rochoso	Forte ondulado	12.936,86	Alta	Forte	Média	Baixa	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	B
LAWf1	LA3	LA	Argilosa e Muito Argilosa		Plintita	Suave ondulado	4.853,16	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LAWf2	LA4	LA	Argilosa e Média		Plintita	Suave ondulado	6.026,12	Baixa	Forte	Baixa	Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Baixa	A
LAdf	LA1	LA	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado	1.554,14	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LAdf/wf1	LA2	LA+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado	19.789,24	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LAdf/wf2	LA5	LA+NV	Muito Argilosa	Muito Argilosa		Ondulado	5.118,94	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula (exceção Média)	Nula	Baixa	A
LAd1	LA7	LA	Média e Argilosa			Ondulado	267,73	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LAd2	LA6	LA/LV	Média			Ondulado	29.016,73	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LAd3	LA10	LA+PVA	Argilosa	Média		Suave ondulado e Ondulado	61.797,78	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LAd4	LA9	LA+PVA+SX	Argilosa	Média e Arenosa/Média		Ondulado	18.249,53	Média	Forte	Baixa	Baixa	Nula	Média	Baixa	Nula	Nula	Média	B
LAd5	LA13	LA+PA	Média	Média	Hidromorfia e Plintita	Suave ondulado e Ondulado	1.931,23	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Média	Baixa	Nula	Nula	Média	B
LAd6	LA8	LA+CX	Argilosa	Argilosa		Ondulado	39.571,63	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Média (exceção nula)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LAd7	LA12	LA+GM	Média e Argilosa	Indiscriminada	Hidromorfia	Ondulado	1.294,73	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Média	Baixa	Nula	Baixa	Média 2	B/D
LAd8	LA11	LA+RQ	Média	Arenosa		Ondulado	42.978,18	Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Média	Baixa	Nula	Nula	Muito Alta	B/A
LVwf	LV13	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado e Ondulado	15.398,39	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVwf/df	LV14	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado	453.150,49	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVdf/wf	LV17	LV+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Média		Suave ondulado e Ondulado	199.048,83	Baixa	Forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	A
LVdf1	LV12	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado	1.627,25	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVdf2	LV11	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado	801.087,23	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVdf3	LV18	LV+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa		Ondulado e Suave ondulado	39.190,86	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVdf4	LV15	LV+LV+NV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado e Suave ondulado	7.536,08	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVdf/ef1	LV10	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado e Ondulado	139.085,04	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVdf/ef2	LV16	LV+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado e Suave ondulado	214.837,39	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A

Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial								Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado	
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico			Recalque
LVd1	LV20	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado	352.433,35	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	B
LVd2	LV31	LV	Argilosa			Ondulado	350,75	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	B
LVd3	LV21	LV	Média			Suave ondulado	3.114.419,34	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVd4	LV28	LV+PV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa	Cascalho	Forte ondulado	129,06	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVd5	LV25	LV+LV	Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado	93.889,85	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	B
LVd6	LV22	LV+LV	Média e Argilosa	Média e Argilosa		Suave ondulado	207.842,70	Baixa	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVd7	LV23	LV+LV	Média	Argilosa		Ondulado e Suave ondulado	767.053,60	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula (exceção-Média)	Nula	Baixa	B
LVd8	LV24	LV+LVA	Média	Média e Argilosa		Suave ondulado	560,00	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVd9	LV26	LV+LV	Média	Argilosa		Suave ondulado e Ondulado	34.654,31	Baixa	Forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVd10		LV+RQ	Média	Arenosa		Suave ondulado e Ondulado	46.514,20	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B/A
LVd11	LV27	LV+NV	Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado	16.359,85	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVd12	LV29	LV+LV+NV	Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado e Ondulado	2.752,06	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	B
LVef/df1	LV9	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Ondulado	116.230,83	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVef/df2	LV6	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Ondulado	466,18	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVef/df3	LV7	LV+LA	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado	259,08	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVef/df4	LV8	LV+LA	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado	186,46	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVef/df5	LV4	LV+RL	Argilosa e Muito Argilosa	Média		Ondulado	1.515,00	Média	Forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	A
LVef/df6	LV5	LV+RL	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa		Ondulado	298,20	Média	Forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	A
LVef/df7	LV3	LV+NV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado	330.292,76	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	A
LVef1	LV1	LV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado	144.354,24	Muito Baixa	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	A
LVef2	LV2	LV+NV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado	17.839,76	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	A
LVe/d	LV30	LV+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Média		Suave ondulado	452,44	Muito Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Baixa	B
LVe	LV19	LV+LV	Média e Argilosa	Média e Argilosa		Suave ondulado	6.919,44	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVAd1	LVA5	LVA	Média e Argilosa			Ondulado	7.668,42	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVAd2	LVA3	LVA	Média e Argilosa			Suave ondulado	32.962,80	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B

**Escorregamentos na região do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, em solos rasos a pouco profundos**  
(foto: Isabel Fernandes de Aguiar Mattos - 2010)



Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial									Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico	Recalque		
LVA3	LVA2	LVA	Muito Argilosa e Argilosa			Forte ondulado	17.829,91	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula (exceção Média)	Nula	Baixa	B
LVA4	LVA20	LVA/LV	Argilosa			Ondulado e Forte ondulado	102.816,05	Muito Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVA5	LVA4	LVA	Argilosa		Pedregoso e Cascalho	Suave ondulado	329,71	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVA6	LVA1	LVA	Argilosa e Média			Suave ondulado e Ondulado	161.767,17	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVA7	LVA6	LVA	Média			Suave ondulado e Ondulado	565.674,60	Baixa	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVA8	LVA18	LVA+PVA	Argilosa	Argilosa		Ondulado e Forte ondulado	26.988,87	Média	Forte	Baixa	Baixa	Nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVA9	LVA9	LVA+PVA	Argilosa	Média e Argilosa	Cascalho	Ondulado	57.568,63	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula (exceção Média)	Nula	Média	B
LVA10	LVA16	LVA+CX	Argilosa	Argilosa	Rochoso	Forte ondulado	175.867,43	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Média (exceção, nula e Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVA11	LVA10	LVA+CX	Média e Argilosa	Média e Argilosa	Pedregoso	Forte ondulado e Ondulado	271.424,13	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula (exceção-média)	Nula	Média	B
LVA12	LVA19	LVA+LVA	Argilosa	Argilosa		Ondulado e Forte ondulado	12.977,30	Muito Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVA13	LVA17	LVA+LVA	Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	96.093,36	Média	Forte	Média	Baixa	Média (exceção nula)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVA14	LVA14	LVA+LV	Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	126.698,09	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula (exceção Média, Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVA15		LVA+LV	Média	Argilosa		Suave ondulado	3.745,44	Baixa	Forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVA16	LVA13	LVA+LV	Média e Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	79.099,16	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Média (exceção nula)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
LVA17	LVA15	LVA+LV+CX	Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Forte ondulado	57.499,63	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula (exceção Média)	Nula	Nula	Nula (exceção Média)	Nula	Média	B
LVA18	LVA7	LVA+RQ	Argilosa e Média	Arenosa		Suave ondulado e Ondulado	327.610,59	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B/A
LVA19	LVA12	LVA+NV	Média	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado	1.058,96	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
LVA20	LVA11	LVA+CX+GX	Indiscriminada	Indiscriminada	Hidromorfia	Suave ondulado	19.233,85	Média	Forte	Baixa	Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Baixa	Alta 2	B
LVA21	LVA8	LVA+PVA	Média	Arenosa		Ondulado	901,81	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
TXp1	TX2	TX	Média/Argilosa			Ondulado	553,09	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C
TXp2	TX1	TX+PVA	Arenosa/Média	Arenosa/Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	708,03	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Alta	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/A
TXp3	TX5	TX+PVA	Média/Argilosa	Arenosa/Argilosa e Média/Argilosa		Ondulado	2.676,31	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D/C
TXp4	TX3	TX+RL	Média/Argilosa	Indiscriminada		Suave ondulado	496,94	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	C/D
TXp5	TX4	TX+SX	Média/Argilosa	Indiscriminada		Ondulado	426,29	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Média	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Muito Alta	C/D
RLm1	RL16	RL+RL+AR	Arenosa e Média	Média	Rochoso	Ondulado, Forte ondulado e Escarpado	2.287,13	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLm2	RL17	RL+RR+PVA	Arenosa e Média	Arenosa/Média		Forte ondulado, Ondulado e Escarpado	44.511,81	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLd1	RL26	RL+CX	Média e Argilosa	Média e Argilosa		Forte ondulado	31.740,88	Média	Muito forte	Alta	Baixa	Nula (exceção, Média e Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLd2	RL25	RL+GM	Arenosa	Indiscriminada	Hidromorfia	Ondulado	9.311,57	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Média	Baixa	Nula	Baixa	Alta 2	D

Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial								Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado	
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico			Recalque
RLd3	RL23	RL+AR	Média e Argilosa		Rochoso e Cascalho	Montanhoso e Escarpado	74.775,83	Média	Forte	Alta	Baixa	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLd4	RL22	RL+AR	Média		Rochoso e Cascalho	Forte ondulado e Montanhoso	5.476,51	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLd5	RL21	RL+AR	Arenosa e Média		Rochoso	Escarpado	5.642,10	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d1	RL6	RL	Média e Argilosa			Forte ondulado	17.906,15	Média	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d2	RL3	RL	Média			Ondulado	19.174,70	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d3	RL4	RL	Média			Ondulado e Escarpado	15.986,45	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d4	RL5	RL	Média			Ondulado	5.916,63	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d5	RL2	RL	Arenosa e Média			Ondulado e Escarpado	5.409,09	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLe/d6	RL14	RL+PVA	Argilosa	Arenosa/Média		Ondulado e Suave ondulado	2.672,13	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d7	RL13	RL+PVA	Média	Arenosa/Argilosa e Média/Argilosa		Ondulado	9.227,16	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d8	RL15	RL+PVA	Média	Arenosa/Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	23.081,04	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d9	RL18	RL+CX	Média	Média		Ondulado	721,32	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe/d10	RL20	RL+CX	Média	Média		Forte ondulado e Montanhoso	61.084,99	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula (exceção Alta)	Nula	Muito Alta	D
RLe/d11	RL24	RL+CX	Arenosa e Média	Média		Forte ondulado	6.555,59	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLe/d12	RL19	RL+RL	Argilosa	Arenosa e Média		Forte ondulado e Escarpado	1.063,37	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLe/d13	RL10	RL+RL	Argilosa	Arenosa e Média		Forte ondulado e Escarpado	45.248,06	Alta	Forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLe/d14	RL9	RL+RL	Arenosa e Média	Argilosa		Forte ondulado, Ondulado e Escarpado	40.990,95	Alta	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	D
RLe/d15	RL11	RL+NV	Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado e Forte ondulado	22.385,52	Média	Forte	Alta	Baixa	Média	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe1	RL1	RL	Argilosa e Muito Argilosa			Ondulado e Escarpado	48.646,10	Média	Forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe2	RL8	RL+MT	Argilosa	Argilosa		Forte ondulado	3.034,48	Média	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RLe3	RL12	RL+NV+LV	Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Forte ondulado, Ondulado e Escarpado	6.641,44	Média	Moderada/forte	Alta	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RL	RL7	RL	Indiscriminada			Forte ondulado	1.522,89	Média	Forte	Alta	Baixa	Muito Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D
RYqd1	RY2	RY+GX	Arenosa, Média e Argilosa	Indiscriminada	Hidromorfia	Plano	21.618,21	Muito Alta	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Média	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	B/D
RYqd2	RY3	RY+GX+CX	Média e Argilosa	Indiscriminada	Hidromorfia	Plano	3.824,03	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Baixa	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	B/D
RYe	RY1	RY+GX	Argilosa	Argilosa	Hidromorfia	Plano	6.835,89	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	B/D
RQgd1	RQ1	RQ	Arenosa		> 1,0 m Espessoarênico* Hidromorfia	Suave ondulado	270,34	Muito Alta	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Alta	Média	Nula	Baixa	Muito Alta 2	D
RQgd2	RQ8	RQ	Arenosa		> 1,0 m Espessoarênico* Hidromorfia	Suave ondulado e Plano	5.190,96	Muito Alta	Forte	Média	Média	Nula	Alta	Média	Nula	Baixa	Muito Alta 2	D
RQgd3		RQ+O	Arenosa		Hidromorfia	Plano	180,19	Muito Alta	Forte	Média	Média	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Muito Alta 2	D

**Alagadiços e assoreamento, APA Tanquã, região de Piracicaba/São Pedro**  
(Foto: Marcio Rossi - 2018)



Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial									Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico	Recalque		
RQod1	RQ2	RQ	Arenosa		> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	221.874,44	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A
RQod2	RQ4	RQ+PVA	Arenosa	Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado	1.047,12	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A
RQod3	RQ7	RQ+EK	Arenosa	Arenosa	> 1,0 m Espessoarênico* Hidromorfia	Suave ondulado	3.054,71	Muito Alta	Forte	Média	Média	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Alta	A/D
RQod4	RQ3	RQ+LVA/LV	Arenosa	Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Ondulado e Suave ondulado	276.703,32	Muito Alta	Moderada/forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A/B
RQod5	RQ5	RQ+LV	Arenosa	Média	> 1,0 m Espessoarênico*	Suave ondulado e Ondulado	3.701,51	Muito Alta	Forte	Alta	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Muito Alta	A/B
RQod6	RQ6	RQ+GM/GX+ SX	Arenosa	Argilosa, Arenosa/Média e Arenosa/Argilosa	> 1,0 m Espessoarênico* Hidromorfia	Plano	3.511,94	Muito Alta	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Alta	Média	Nula	Baixa	Muito Alta 2	A/D
NVdf/ef1	NV2	NV	Argilosa e Muito Argilosa			Ondulado	17.850,12	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVdf/ef2	NV3	NV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado	4.429,38	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVdf/ef3	NV11	NV+PVA	Argilosa e Muito Argilosa	Arenosa/Argilosa e Média/Argilosa		Ondulado e Forte ondulado	144,53	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
NVdf/ef4	NV8	NV+RL	Argilosa e Muito Argilosa	Indiscriminada		Ondulado e Forte ondulado	1.817,29	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
NVef/df1	NV5	NV+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado e Suave ondulado	3.863,36	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVef/df2	NV4	NV+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado	5.311,34	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVef/df3	NV9	NV+RL	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa		Ondulado	15.815,60	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
NVef/df4	NV10	NV+RL	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa		Ondulado	169,99	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
NVef/df5	NV6	NV+NV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Suave ondulado e Ondulado	10.646,67	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVef/df6	NV13	NV+LV+LV	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado	529,47	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVef/df7	NV14	NV+NV+RL	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Muito Argilosa		Ondulado	3.077,61	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
NVef1	NV1	NV	Argilosa e Muito Argilosa			Suave ondulado e Ondulado	54.689,02	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVef2	NV12	NV+PVA	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa		Ondulado	29.557,60	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula (exceção Alta)	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
NVef3	NV7	NV+RL	Muito Argilosa	Muito Argilosa		Ondulado	6.516,48	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
NVef4	NV15	NV+NV+LV	Muito Argilosa	Muito Argilosa		Suave ondulado	80.252,23	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Baixa	B
NVe	NV16	NV+PVA+RL	Argilosa e Muito Argilosa	Argilosa e Média		Ondulado	3.525,19	Média	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Média	B
OJ1	OJ1	OJ	Indiscriminada		Hidromorfia e Subsidência	Plano	4.579,19	Muito Alta	Muito forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Muito Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
OJ2	OJ2	OJ+GM/GX	Indiscriminada	Indiscriminada	Hidromorfia e Subsidência	Plano	54.646,47	Muito Alta	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Muito Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
OXs	OX1	OX	Indiscriminada	Indiscriminada	Hidromorfia e Subsidência	Plano	64,57	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D

Unidades de mapeamento de solo		Associação de solos	Textura 1 componente	Textura 2 componente	Outros atributos pedológicos	Relevo	Área (ha)	Suscetibilidade potencial								Suscetibilidade do meio físico **	Grupo Hidrológico solo saturado	
Legenda 2022	Rossi (2017)							Erodibilidade	Erosividade	Erosão ravina	Erosão voçoroca	Movimento de massa	Encharcamento / assoreamento	Inundação	Afundamento cárstico			Recalque
OXd1	OX2	OX+CX	Indiscriminada	Indiscriminada	Hidromorfia e Subsidência	Plano	20.152,02	Muito Alta	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
OXd2	OX4	OX+GM/GX	Indiscriminada	Argilosa	Hidromorfia e Subsidência	Plano	18.820,52	Muito Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
OX	OX3	OX+GX/GM	Indiscriminada	Indiscriminada	Hidromorfia e Subsidência	Plano	88.546,64	Muito Alta	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Alta	Nula	Alta	Muito Alta 2	D
SXd	SX3	SX+OX	Arenosa/Média e Arenosa/Argilosa	Indiscriminada	Hidromorfia e Subsidência	Plano	21.854,24	Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Alta	Alta 2	D
SX1	SX4	SX+PA/PVA	Arenosa/Média e Arenosa/Argilosa	Arenosa/Média e Média	Hidromorfia	Plano	15.597,27	Alta	Moderada/forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Alta	Média	Nula	Nula	Alta 2	D
SX2	SX2	SX+GX	Indiscriminada	Indiscriminada	Hidromorfia	Plano	32.323,72	Média	Moderada/forte	Muito Baixa (há exceção Média)	Muito Baixa (há exceção Média)	Nula	Média	Média	Nula	Alta	Alta 2	D
SX3	SX1	SX	Indiscriminada		Hidromorfia	Plano	719,04	Média	Moderada/forte	Média	Média	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Média	D
FFc1	FF1	FF	Argilosa e Muito Argilosa		Concreção	Forte ondulado	708,08	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Média	C
FFc2		FF+LV+CX	Média/Média muito cascalhenta	Média e Média Cascalhenta	Concreção	Ondulado e Suave ondulado	286,25	Média	Moderada/forte	Média	Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Média	C
FFif	FF2	FF	Argilosa e Muito Argilosa		Concreção	Ondulado e Forte ondulado	17,71	Baixa	Forte	Muito Baixa	Muito Baixa	Nula	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Baixa	D
AR	AF	AR+RL			Rochoso		7.120,21	Baixa	Moderada/forte	Baixa	Baixa	Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Alta	D

\* **Espessura arenosa do horizonte superficial:** > 0,50 e < 1,0 m = Arênico; > 1,0 m = Espessoarênico.

\*\* o numeral 2, nas classes da Suscetibilidade Ambiental, indica processos de hidromorfia

Uma análise por área de ocorrência no Estado, quanto à suscetibilidade ambiental, aponta que:

- os Argissolos Vermelho-Amarelos ocupam **38,5%** do território e apresentam muito alta suscetibilidade ambiental, cerca de 70% de sua área de ocorrência, seguido de suscetibilidade média (20%) e alta (10%);
- os Latossolos Vermelhos ocupam **28,7%** do território paulista, com baixa (63%) a muito baixa (30%) suscetibilidade ambiental de sua área de ocorrência;
- os Latossolos Vermelho-Amarelos ocupam **8,6%** do território, com média (83%) e baixa (16%) suscetibilidade ambiental, de sua área de ocorrência;
- os Cambissolos Háplicos ocupam **6,9%** do território do Estado, com alta (4,5%) e muito alta (2,5%) suscetibilidade, onde ocorrem; essas quatro subordens perfazem um total de **82,7%** do território paulista.
- as demais subordens de solo ocorrem em áreas menos expressivas no Estado e se comportaram da seguinte forma, dentro de sua área de ocorrência: Neossolo Quartzarênico com suscetibilidade muito alta; Neossolo Litólico com muito alta (56%) e alta (42%) suscetibilidade; Argissolo Vermelho com alta (55%) e média (31%) suscetibilidade ambiental; Latossolos Amarelos variando conforme o relevo e as condições hídricas, com baixa (43%), média (26%), muito alta (18%), muito baixa (11%) suscetibilidade ambiental; os Nitossolos Vermelhos com baixa (75%) e média (25%) suscetibilidade; Afloramentos Rochosos com alta suscetibilidade; Cambissolos Húmicos com muito alta suscetibilidade; Espodossolos com média suscetibilidade; Plintossolo Pricos com média; Gleissolos Tiomórficos com muito alta; Gleissolos Melânicos com muito alta; Gleissolos Háplicos com muito alta; Gleissolos Sálcos com

muito alta; Latossolos Brunos com muito alta; Chernossolos Argilúvicos com média; Organossolos Tiomórficos e Háplicos com muito alta; Argissolos Amarelos com muito alta (83%) e alta (12%); Neossolos Flúvicos com muito alta; Planossolos Háplicos com alta; e Luvissolos Háplicos com muito alta suscetibilidade ambiental.



**Escorregamento em solos rasos no município de Ilhabela**

(Foto: Marcio Rossi - 2011)

**Erosão em sulco sobre Argissolos na região da Estação Ecológica de Ibicatu, Piracicaba**  
(foto: Marcio Rossi - 2007)



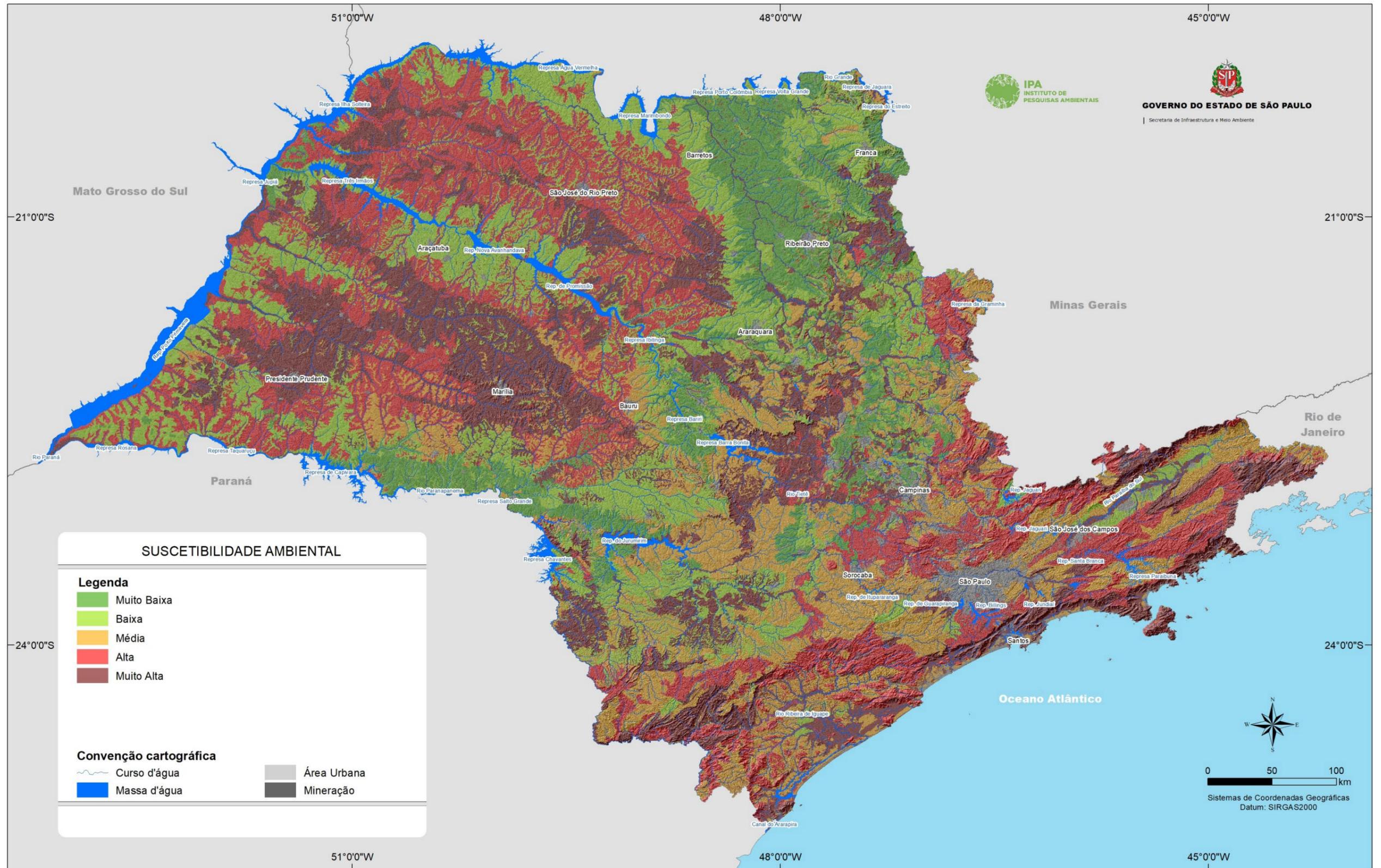


Figura 21. Suscetibilidade ambiental com base no mapa pedológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, procedeu-se a incorporação de novos dados ao Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, resgatando informações importantes dos atributos dos solos e do meio físico, que permitiram identificar regiões, com maior ou menor potencial de suscetibilidade ao uso e ocupação dos terrenos. Assim, reunindo as informações trabalhadas nas últimas décadas por diferentes pesquisadores e instituições, associando-as aos novos materiais de solos publicados recentemente, buscou-se atualizar e interpretar os atributos analisados (textura - granulometria, profundidade, permeabilidade - infiltração e relação textural entre os horizontes; relevo – declividade; litologia) incluindo novos delineamentos, reinterpretando os limites das manchas de solos melhorando sua definição e contorno. Portanto, ao fornecer melhores informações aos usuários sobre os principais processos erosivos atuantes no Estado, propicia conhecimento para aplicação imediata e direta tanto para o poder público e empresas privadas como para alunos e pesquisadores. É um trabalho que resgata e mostra a importância dos solos e como ele deve ser considerado tanto no planejamento ambiental como na conservação, fundamental para orientar especialmente a construção e condução das políticas públicas, seja no desenvolvimento econômico sustentável, no monitoramento, no licenciamento, na fiscalização e na pesquisa científica, além de ter papel importante na implantação de ações e políticas de restauração ambiental, para a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.



**Assoreamento em córrego na região de Marília**  
(foto: Marcio Rossi - 2013)

No quadro atual de mudanças climáticas, os resultados deste trabalho trazem bases de dados fundamentais sobre a suscetibilidade do território paulista a eventos extremos que podem desencadear processos erosivos, trazendo prejuízos a produção agrícola, infraestruturas e ao bem estar da população.

Essa orientação, passa pela utilização ordenada dos recursos naturais e pela aplicação de medidas de gestão que possibilitam o manejo conservacionista e o desenvolvimento voltado à sustentabilidade das regiões. Outro aspecto a destacar é o formato escolhido para o trabalho, que além de apresentar mapas de suscetibilidade, também funciona como instrumento didático, mostrando todo o caminho percorrido, prancha por prancha, até chegar ao mapa de suscetibilidade. Isso é fundamental, pois permite que o leitor possa replicar, em outras áreas, a metodologia aplicada, caso tenha interesse em criar outros mapas ou novas informações.



**Escorregamento rotacional na região do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Apiaí**  
(foto: Marcio Rossi - 2009)

Por fim, cabe lembrar que este trabalho tem cunho regional e permite o planejamento e a indicação de áreas suscetíveis, sendo que trabalhos de maior detalhe são essenciais para subsidiar as decisões locais ou pontuais no gerenciamento público.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA FILHO, G. S.; COSTA, S. B.; HELMEISTER JÚNIOR, Z.; GOMES, C. L. R.; FROTA, A. S. 2015. Processos Erosivos Lineares no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, **Anais [...]** Natal. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p 1-4.
- ARRAES, C.L.; PAES BUENO, C. R.; TARLE PISSARRA, T. C. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia Córrego do Tijucu, SP. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 849-857, 2010.
- BERTOL, I.; COGO, N. P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J. C.; AMARAL, A. J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p. 133-142, 2007.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D.; VISENTIN, D.; COGO, N. P. Erosividade das chuvas e sua distribuição entre 1989 e 1998 no município de Lages (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 455-464, 2002.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4a. ed. São Paulo: Ícone, 1999, 355 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI, R. J. **Equação de perdas de solo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975. 25p (Boletim Técnico, 21).
- CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais – CPRM; Interciência, 1994. 372 p.
- COELHO, R. M.; CHIBA, M. K. Pedologia. In: PLANO de Manejo da Estação Ecológica do Noroeste Paulista. São José do Rio Preto: UNESP, 2017.
- DEMARCHI, J. C.; ZIMBACK, C. R. L. Mapeamento, erodibilidade e tolerância de perda de solo na sub-bacia do ribeirão das Perobas. **Energ. Agric.**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 102-114, abr.-jun, 2014.
- DENARDIN, J. R. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 106 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.
- DI RAIMO, L. A. di L. et al. Variabilidade espacial da erodibilidade no estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 55-67, 2019.
- FARINASSO, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; RAMOS, V. M. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solo – utilizando novas tecnologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba – PI-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, p. 73–85, 2006. Disponível em: [http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS\\_RBG\\_Ano\\_7\\_n\\_2\\_2006/RBG\\_Ano\\_7\\_n\\_2\\_2006\\_73\\_85.pdf](http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_7_n_2_2006/RBG_Ano_7_n_2_2006_73_85.pdf). Acesso em: 4 jul. 2017.
- FERRAZ, R. P. D.; SIMÕES, M.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; BACA, J. M.; FREITAS, P. L.; LIMA, E. P.; KUCHLER, P. G.; ALMEIDA, M. B. F. Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SOLOS, 2020. Mapa escala geográfica 1:250.000. Disponível em: <https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>; <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58207136/pesquisadores-geram-mapas-de-suscetibilidade-e-vulnerabilidade-dos-solos-brasileiros-a-erosao-hidrica>. Acesso em: 8 nov. 2021:
- FOSTER, G. R. et al. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **J. Soil Water Conserv.**, Baltimore, v.36, p.355-359, 1981.
- FREIRE, O.; PESSOTTI, J. E. S. Erodibilidade dos solos do estado de São Paulo. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz**, Piracicaba, v. 31, p. 333-350, 1974.
- FUJIIHARA, A. K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento. 2002. 136 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 2002.
- GOLDMAN, S. J.; JACKSON, K.; BURSZYNSKY, T. A. **Erosion and sediment control handbook**. New York: McGraw-Hill, 1986. 454 p.
- HIROKADO, V. K.; ROSSI, M.; KANASHIRO, M. M. Caracterização dos solos e fragilidade ambiental da área proposta para criação de unidade de conservação do Barreiro Rico-Tanquã. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 12., 2018, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Instituto Florestal, 2018. p. 1-1. Disponível em: <http://iflorestal.sp.gov.br/o-instituto/estagios-e-bolsas/seminario-de-iniciacao-cientifica/>; <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2018/11/VICTOR-K-HIROKADO.pdf> ISSN/ISBN: 22365079.
- HIROKADO, V. K. ; ROSSI, M.; KANASHIRO, M. M. Caracterização dos solos e da fragilidade na Floresta Estadual do Noroeste Paulista. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 13., 2019, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Instituto Florestal, 2019a. p. 1-1. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/2019/07/victor-kenzo-hirokado-i.pdf>.
- HIROKADO, V. K. ; ROSSI, M.; KANASHIRO, M. M. Caracterização do solo e da fragilidade no entorno dos maciços do Marins e Itaguaré na Serra da Mantiqueira. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 13., 2019, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Instituto Florestal, 2019b. p. 1-1. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/2019/07/victor-kenzo-hirokado-ii.pdf>.
- INSTITUTO AGRÔNOMO DE CAMPINAS – IAC. **Diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da Bacia Hidrográfica do rio Jundiá Mirim** – Relatórios. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2015/2016. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/jndimirim/novaversao/>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Coordenação de Cartografia. **Acesso e uso de dados geoespaciais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 143 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 14).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 5).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Cadastramento de erosão e inundação no Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 2012. (IPT. Relatório 131.057-205).
- KERTZMAN, F. F. et al. Mapa de erosão do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, volume especial, p. 31-36, 1995.

- LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. (Ed.). **Soil erosion research methods**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 141-160.
- LEPSCH, I. **Solos – formação e conservação**. 5. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1993, 157 p.
- LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; GALETI, P. A.; BERTOLINI, D.; LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, J.B. Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços. In: SIMPÓSIO SOBRE TERRACEAMENTO AGRÍCOLA, 1989, Campinas. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 99-124.
- LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Erodibilidade de solos paulistas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975. 12 p. (Boletim Técnico, 27).
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 51, p. 189-196, 1992.
- MANNIGEL, A. R. et al. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.
- MARQUES, J.J.G.S.M.; ALVARENGA, R.C.; CURTI, N.; SANTANA, D.P.; SILVA, M.L.N. Índices de erosividade da chuva, perdas de solo e fator erodibilidade para dois solos da região dos cerrados - primeira aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 21, p. 427-434, 1997.
- MATTOS, I. F. A. et al. Levantamento do meio físico e avaliação da fragilidade do ecossistema na Estação Ecológica dos Caetetus - SP. **Sociedade Natureza**, Uberlândia, v. 8, n. 15, p. 388-393, 1996.
- MONTEIRO, C. A. F. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. (Série Teses e Monografias, 28).
- MOREIRA, M.C.; CECÍLIO, R.A.; CARVALHO PINTO, F.A.; PRUSKI, F.F. Desenvolvimento e análise de uma rede neural artificial para estimativa de erosividade da chuva para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 30, p. 1069-1076, 2006.
- NAKAZAWA, V. A. (Coord.); FREITAS, C. G. L. de; DINIZ, N. C. **Carta geotécnica do Estado de São Paulo: escala 1:500.000**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 1994.
- NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE - NRCS. **National Engineering Handbook: part 630, Hydrology; .chapter 7: Hydrologic Soil Groups**. Washington, D.C.: U. S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2009. Disponível em: <https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=22526.wba>.
- NOGUEIRA, F. P. **Uso agrícola sustentado das terras do município de Vera Cruz**, SP: proposta metodológica. 2000. 84 f. Tese (Doutorado em Geociência e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K.; YU, B.; KLIK, A.; LIM, K.J.; YANG, J.E.; NI, J.; MIAO, C.; CHATTOPADHYAY, N.; SADEGHI, S.H.; HAZBAVI, Z.; ZABIHI, M.; LARIONOV, G.A.; KRASNOV, S.F.; GOROBETS, A.V.; LEVI, Y.; ERPUL, G.; BIRKEL, C.; HOYOS, N.; NAIPAL, V.; OLIVEIRA, P.T.S.; BONILLA, C.A.; MEDDI, M.; NEL, W.; AL DASHTI, H.; BONI, M.; DIODATO, N.; VAN OOST, K.; NEARING, M.; BALLABIO, C. Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. **Scientific Reports**, v. 7, article number 4175, p. 1-12, 2017. DOI:10.1038/s41598-017-04282-8. Disponível em: [www.nature.com/scientificreports](http://www.nature.com/scientificreports) ou <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5482877/>.
- PEIXOTO, C. A. B. (Org.) **Geodiversidade do estado de São Paulo**. São Paulo: CPRM, 2010. 176 p.
- PINHEIRO, G.S.; GIANNOTTI, E.; CRESTANA, C.S.M.; PFEIFER, R.M.; SILVA, D.A.; NEGREIROS, O.C.; BARBOSA, A.F.; MARIANO, G.; GUTMANIS, D.; ROMANELLI, R.C.; SILVA, A.A.; BERGAMASCO, A. Plano de Manejo da Estação Experimental de Tupi – Piracicaba, SP. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 19, p. 1-61, 1999.
- PINHEIRO, M.R.; COSTA, J.R.; SCIGLIANO, B.F.; FERREIRA, R.P.D.; CIANFARRA, P.; MANFREDINI, S. Interações solo, relevo e material de origem na região do Alto Estrutural do Pau d'Alho – Sudeste do Brasil. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 49-67, 2020.
- PIRES NETO, A.G.; ROSSI, M.; LEPSCH, I.F.; CATARUCCI, A.F.M.; PARDI, M.M. O papel dos atributos geológico, geomorfológico e pedológico na distribuição da floresta atlântica (encosta e restinga), na região do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA - Geografia, Tecnologia, Sociedade e Natureza, 11., 2005, São Paulo. São Paulo: Departamento de Geografia, FFLCH-USP, 2005. p. 1-15.
- PIRES NETO, A.G.; ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; PFEIFER, R.M. Unidades de terrenos como subsídio ao manejo de áreas naturais: Parque Estadual de Vassununga, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais [...]** Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. p. 1-5.
- RIBEIRO, L. S.; ALVES, M. G. Quantificação de perda de solo por erosão no município de Campos dos Goytacazes/RJ através de técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2007, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: INPE, 2007. p. 3039-3046.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento - o relevo no quadro ambiental, cartografia geomorfológica e diagnósticos ambientais**. São Paulo: Contexto, 1990. 85 p. (Coleção Repensando a Geografia).
- ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. v.1. 118 p.
- ROSSI, M. e KANASHIRO, M. M. **Caracterização do meio físico do município de Batatais**. São Paulo: Instituto Florestal, 2019. 1-12p. (Relatório Interno).
- ROSSI, M.; KANASHIRO, M. M.; HIROKADO, V. K. **Caracterização do meio físico da Área de Proteção Ambiental de Ibitinga**. São Paulo: Instituto Florestal, 2018. 19p. (Relatório Interno).
- ROSSI, M.; KANASHIRO, M. M.; HIROKADO, V. K. **Caracterização do meio físico da Estação Experimental de Jaú-SP**. São Paulo: Instituto Florestal, 2020a. 25p. (Relatório Interno).
- ROSSI, M.; KANASHIRO, M. M.; HIROKADO, V. K. **Caracterização do meio físico do Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga**. São Paulo: Instituto Florestal, 2020b. 96p. (Relatório Interno).
- ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; OLIVEIRA, A.M.S.; ANDRADE, M.R.M.; KANASHIRO, M.M. Macro-relações entre paisagem e seus formadores físicos: município de Guarulhos - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. Pg????
- SANT'ANNA NETO, J. L. A erosividade das chuvas no Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, São Paulo, v. 9, p. 35-49, 1995.
- SANT'ANNA NETO, J. L.; BARRIOS, N. A. Z. Variabilidade e tendência das chuvas na região de Presidente Prudente. **Revista de Geografia**, São Paulo, n. 11, p. 63-76, 1992.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília, DF: EMBRAPA/EMBRAPA Solos, 2018. 531p.

SANTOS, L. G. **Análise comparativa de diagnósticos do meio físico para uso em Unidades de Conservação**. 2019. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Plano de Manejo da APA do Rio Batalha**. São Paulo: Fundação Florestal, 2019a. 168 p. (Boletim). ~~Homepage~~ Disponível em: <https://smastr12.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2019/10/plano-de-manejo-apa-rio-batalha.pdf>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Proposta de criação do Monumento Natural da Mantiqueira Paulista**. São Paulo: Fundação Florestal, 2019b. 329 p. (Boletim). ~~Homepage~~ Disponível em: <http://smastr20.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/proposta-de-criacao-monumento-natural-mantiqueira-paulista.pdf>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente **Proposta de criação de UC's no sudoeste paulista: Monumento Natural dos Cânions Paulistas; Monumento Natural Campos Altos dos Cristais; Área de Proteção Ambiental Florestas e Campos do Sudoeste Paulista; Floresta Estadual Ventania de Itararé; Floresta Estadual Pirituba de Itapeva**. São Paulo: Fundação Florestal, 2019c. 529 p. (Boletim). Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/2019/11/proposta\\_criacao\\_ucs\\_canions\\_paulistas-relatorio\\_fina\\_redl.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/2019/11/proposta_criacao_ucs_canions_paulistas-relatorio_fina_redl.pdf).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo da Estação Ecológica de Itapeti**. São Paulo: Fundação Florestal, 2018a. 135 p. (Boletim). Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/ee-de-itapeti/>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo da Floresta Estadual de Guarulhos**. São Paulo: Fundação Florestal, 2018b. 158 p. (Boletim). Disponível em: [http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/fe-guarulhos/Plano\\_Manejo\\_Floresta\\_Guarulhos.pdf](http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/fe-guarulhos/Plano_Manejo_Floresta_Guarulhos.pdf).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Monumento Natural da Pedra Grande**. São Paulo: Fundação Florestal, 2018c. 186 p. (Boletim). Disponível em: [http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/mona\\_pedra\\_grande/Plano\\_Manejo\\_Mona\\_Pedra\\_Grande.pdf](http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/mona_pedra_grande/Plano_Manejo_Mona_Pedra_Grande.pdf). Acesso em:

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Itaberaba**. São Paulo: Fundação Florestal, 2018d. 188 p. (Boletim). Disponível em: [http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/pe\\_itaberaba/Plano\\_Manejo\\_PE\\_Itaberaba.pdf](http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/pe_itaberaba/Plano_Manejo_PE_Itaberaba.pdf).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapetinga**. São Paulo: Fundação Florestal, 2018e. 181 p. (Boletim). Disponível em: [http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/pe\\_itapetinga/Plano\\_Manejo\\_PE\\_Itapetinga\\_CONSEMA.pdf](http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/pe_itapetinga/Plano_Manejo_PE_Itapetinga_CONSEMA.pdf).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Restinga de Bertiooga**. São Paulo: Fundação Florestal, 2018 f. 210 p. (Boletim). Disponível em: [http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2019/01/plano\\_de\\_manejo\\_pe\\_restringa\\_de\\_bertiooga.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2019/01/plano_de_manejo_pe_restringa_de_bertiooga.pdf).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de Manejo da Floresta Estadual Serra D'Água**. São Paulo: Instituto Florestal, 2018g. 314 p. (Boletim). Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/planos-manejo-gestao/plano-de-manejo-f-e-serra-dagua/>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Criação das APAs Barreiro Rico e Tanquã - Rio Piracicaba**. São Paulo: Fundação Florestal, 2018h. 243 p. (Boletim). Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/criacao-das-apas-barreiro-rico-e-tanqua-rio-piracicaba/>.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Instituto Geológico. **Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico - UBC do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Instituto Geológico, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/Lb5XEW>. Acesso em: 11 fev. 2015.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. **Sistema de classificação Unidades Territoriais Básicas (UTB) do Estado de São Paulo**; 1) Mapa de Perigo de Escorregamento do Estado de São Paulo; 2) Mapa de Perigo de Inundação do Estado de São Paulo; 3) Mapa de Vulnerabilidade de Áreas Urbanas ou Edificadas de Uso Residencial/Comercial/Serviços à Eventos Geodinâmicos do Estado de São Paulo; 4) Mapa de Risco de Escorregamento das Áreas de Uso Residencial/Comercial/Serviços do Estado de São Paulo; e 5) Mapa de Risco de Inundação das Áreas de Uso Residencial/Comercial/Serviços do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Geológico, 2017. (Ficha Técnica, arquivos digitais formatos pdf e shapefile).

SARTORI, A. **Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos**. 2004. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SARTORI, A. **Desenvolvimento de critérios para classificação hidrológica de solos e determinação de valores de referência para o parâmetro CN**. 2010. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, 2010.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 05-18, out.-dez. 2005a.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Aplicação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 19-29, out.-dez. 2005b.

SCHICK, J. et al. Erodibilidade de um Cambissolo Húmico sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 38, n. 6, p. 1906-1917, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000600025>

SETZER, J.; PORTO, R. L. L. Tentativa de avaliação do escoamento superficial de acordo com o solo e seu recobrimento vegetal nas condições do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico DAEE**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 81-104, 1979.

SILVA, A. M. et al. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa-MG, v. 33, p. 1811-1820, 2009.

SILVA, A. M. Redução do desprendimento das partículas do solo mediante uso de resíduos vegetais de origem urbana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 531-534, 2002.

SILVA, A. M.; ALVARES, C. A. Levantamento de informações e estruturação de um banco de dados sobre a erodibilidade de classes de solos no Estado de São Paulo. **Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2005.

SILVA, A.M.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; AVANZI, J.C.; FERREIRA, M.M. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:1811-1820, 2009.

SILVA, G. M. da. **Avaliação de terras para o desenvolvimento rural com o apoio do enfoque de sistemas, no Município de Campo do Tenente - PR.** 1993. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Paraná, Curitiba, 1993.

SILVA, R. B.; IORI P.; SILVA, F. A. M. Proposição e validações de equações para estimativa da erosividade de dois municípios do estado de São Paulo. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 533-547, 2009.

SOIL CONSERVATION SERVICE - SCS. **National engineering handbook:** section 4: hydrology. Washington, D.C.: U. S. Department of Agriculture, 1972.

VALÉRIO FILHO, M. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de bacias hidrográficas. In: PEREIRA, V. P.; FERREIRA, M. V.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). **Solos altamente suscetíveis à erosão.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP; Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1994. p. 223-242.

VIDAL-TORRADO, P. **Pedogênese e morfogênese no distrito de Tupi (Piracicaba-SP).** 1994. 169 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

VIEIRA, S. R.; LOMBARDI NETO, F. Variabilidade espacial do potencial de erosão das chuvas do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 405-412, 1995.

VITTE, A. C.; MELLO, J. P. Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 107-133, jul./dez. 2007.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses:** a guide to conservation planning. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1978. 58 p. (Agriculture Handbook, 537).

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística:** conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Texto, 2013. 215 p.



## APÊNDICE 1 – MAPA PEDOLÓGICO E SUSCETIBILIDADES

Materiais que se encontram em arquivos separados: MAPA pedológico nos formatos pdf e jpg

---

MAPAS em formato shapefile (shp): Pedológico

- Erodibilidade
- Erosividade

Suscetibilidades aos processos geomórficos dominantes:

- erosão por ravinas
- erosão por voçorocas
- movimentos de massa
- encharcamento
- assoreamento
- inundação
- recalque
- subsidência

Grupos hidrológicos dos solos

Suscetibilidade ambiental

---

MAPAS em formato raster (tif)

- Declividade
- Suscetibilidade aos processos hídricos

## APÊNDICE 2 – DESCRIÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NO SHAPEFILE

Campo	Descrição
FID	Identificador gerado automaticamente pelo SIG
Shape	Feição do shape, gerada automaticamente pelo SIG
OBJECTID_1	Identificador gerado automaticamente pelo SIG
legenda_fi	Legenda para separação de suscetibilidades dentro do mesmo tipo de solo
Mapa_2017	Sigla dos solos no mapeamento de 2017
Mapa_2021	Sigla dos solos segundo Santos et al. (2018)
Associacao	Componentes de agrupamento ou associação de solos
Ordem	Ordem das classes de solos
Subordem	Subordem das classes de solos
Descricao	Descrição dos solos
Trofismo	Teor de bases trocáveis (> 50% = eutrófico; < 50% = distrófico)
Textura_1	Textura do 1º componente da associação ou agrupamento de solos
Textura_2	Textura do 2º componente da associação ou agrupamento de solos
Profundida	Profundidade dos solos (raso ≤ 50; pouco profundo > 50 e ≤ 100 cm; profundo 100 e ≤ 200 cm; muito profundo > 200 cm)
pedreg_roc	Presença de pedregosidade, rochiosidade, cascalho
Ferro	Teor de óxidos de ferro (sim = Fe > 18%; não = Fe < 18%)
hidromorfi	Presença de feições hidromórficas no perfil de solo
Relacao	Presença de relação textural entre horizontes superficial e subsuperficial (abrupta; binária; simples)
Esp_areia	Espessura da camada arenosa de superfície (arênico > 50 e < 100 cm; espessoarênico > 100 cm)
Relevo	Relevo predominante no delineamento (plano; suave ondulado; ondulado; forte ondulado; montanhoso; escarpado)
Indice_K	Índice de erodibilidade do solo
Erodibilid	Classes de erodibilidade dos solos (muito alta; alta; média; baixa; muito baixa)
E_ravina	Classes de suscetibilidade à formação de erosão por ravinas (muito alta; alta; média; baixa; muito baixa)
E_vocoroc	Classes de suscetibilidade à formação de erosão por voçorocas (muito alta; alta; média; baixa; muito baixa)
Mov_massa	Classes de suscetibilidade à ocorrência de movimento de massa (muito alta; alta; média)
Ench_assor	Classes de suscetibilidade ao encharcamento e assoreamento (alta; média; baixa)
Inundacao	Classes de suscetibilidade à inundação (muito alta; alta; média; baixa)
Recalque	Classes de suscetibilidade ao recalque/subsidência (muito alta; alta; baixa)
Af_carstic	Classes de suscetibilidade ao afundamento cárstico (alta; média)
Sus_Amb	Classes de suscetibilidade ambiental (muito alta; alta; média; baixa; muito baixa)
GH	Classes de Grupo Hidrológico de solo saturado (A; A/B; A/C; A/D; B; B/A; B/D; C; C/A; C/B; C/D; D; D/C)
Label	Rótulo para impressão (MAPA A0)
Area_ha	Área em hectares
Shape_Leng	Perímetro gerado automaticamente pelo SIG
Shape_Area	Área gerada automaticamente pelo SIG

Acompanhe as redes sociais da SIMA:



[Infraestruturameioambiente.sp.gov.br](http://Infraestruturameioambiente.sp.gov.br)



[facebook.com/infraambiente](https://facebook.com/infraambiente)



[linkedin.com/company/infraambiente](https://linkedin.com/company/infraambiente)



[instagram.com/infraambiente](https://instagram.com/infraambiente)



[youtube.com/user/ambientesp](https://youtube.com/user/ambientesp)



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente