

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Erosão no Município de Oscar Bressane, SP, por Meio de Técnicas de
Análise Integrada**

Érick Correia Mota

Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato
co-Orientador: Geól. Me. Zeno Hellmeister Júnior

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2016 / 13)

SÃO PAULO

2016

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Erosão no Município de Oscar Bressane, SP, por Meio de Técnicas de Análise Integrada

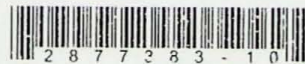
Érick Correia Mota



Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato
co-Orientador: Geól. Me. Zeno Hellmeister Júnior

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2016 / 13)

IGc-Instituto de Geociências



Erosão no município de Oscar Bressane, SP, por meio de técnicas de análise integrada.

M27131

SÃO PAULO

2016

TF
M917
EC.0

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ZOOLOGIA

Exatidão no Município de Ocaia, Estado de São Paulo, 1917

Introdução



Exatidão no Município de Ocaia, Estado de São Paulo, 1917

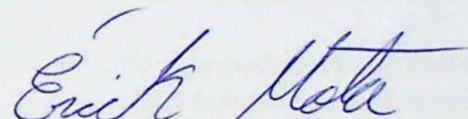
Exatidão no Município de Ocaia, Estado de São Paulo, 1917

MONOGRAFIA DE ZOOLOGIA DE SÃO PAULO
1917

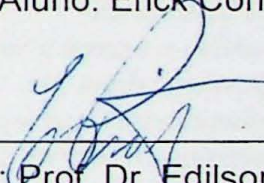
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Erosão no Município de Oscar Bressane, SP, por Meio de Técnicas
de Análise Integrada**

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2016 / 13)



Aluno: Érick Correia Mota



Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato

co-Orientador: Geól. Me. Zeno Hellmeister Junior

SÃO PAULO
2016



EROSÃO

*Ainda hei de ver um dia
A minha terra sem a praga da erosão*

*Ai! Quem me dera se eu pudesse
Se Deus me desse uma atenção
E ajustasse todo o povo
No mutirão para acabar com a erosão
Ainda hei de ver um dia
De novo o verde
Se espalhar no meu sertão*

*A erosão parece uma serpente
Rachando a terra, devorando o chão
E a riqueza que era da gente
Vai toda embora com a erosão
Por isso, agora estou aqui cantando
Chamando o povo pra esse mutirão
Vamos minha gente, salvar nossa terra
Das rachaduras da erosão*

*No meu pedacinho de chão
Não tem perigo de erosão*

*Eu aprendi o jeito certo
De proteger a terra e a minha plantação
Ai, minha gente, que fartura
Tanta riqueza se espalhando pelo chão
É macaxeira, girimum caboclo
Batata- doce, melancia e melão
Feijão de corda se enroscando em tudo
Dá gosto de ver minha plantação
Lá no açude, a água tão limpinha
Espelha o verde e a criação
É tão bonito este meu pé-de-serra
Com a terra livre da erosão*

*Composição:
Walter Santos e
Tereza Souza*

*Intérprete:
LUIZ GONZAGA*

Este trabalho tem como objetivo principal analisar a importância da literatura para a formação do leitor, bem como a influência da crítica literária na interpretação dos textos. A metodologia utilizada foi a análise de conteúdo, baseada nos textos de autores clássicos e modernos.

Os resultados da pesquisa indicam que a literatura desempenha um papel fundamental na formação do leitor, permitindo-lhe desenvolver habilidades de interpretação e crítica. A crítica literária, por sua vez, atua como um instrumento essencial para a compreensão dos textos, oferecendo subsídios para a interpretação e a avaliação dos mesmos. A análise de conteúdo revelou que os textos analisados apresentam características semelhantes, como a presença de temas recorrentes e a utilização de recursos estilísticos.

Conclui-se, portanto, que a literatura e a crítica literária são elementos essenciais para a formação do leitor, contribuindo para o desenvolvimento de suas habilidades de interpretação e crítica.

Palavras-chave: Literatura, Crítica Literária, Formação do Leitor, Interpretação, Avaliação.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do curso de Licenciatura em Letras, sob a orientação do professor Dr. João Carlos da Silva. A metodologia utilizada foi a análise de conteúdo, baseada nos textos de autores clássicos e modernos. Os resultados da pesquisa indicam que a literatura desempenha um papel fundamental na formação do leitor, permitindo-lhe desenvolver habilidades de interpretação e crítica.

Conclui-se, portanto, que a literatura e a crítica literária são elementos essenciais para a formação do leitor, contribuindo para o desenvolvimento de suas habilidades de interpretação e crítica.

Palavras-chave: Literatura, Crítica Literária, Formação do Leitor, Interpretação, Avaliação.

À minha família, seu amor e carinho.
Aos meus Companheiros de jornada,
À toda a beleza da natureza,
Que me reúne forças ao contemplá-la,
E me inspira a deixar um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

São inúmeros os personagens que contribuíram muito para a realização deste trabalho, com conselhos importantes, paciência, inspiração e atenção em momentos atarefados da vida e com o apoio mesmo em momentos de ausência.

Em especial devo dedicar uma boa parte deste agradecimento ao pessoal do IPT. Ao Trio Erosão: Gersão (Boçorocão), com seu jeito cascadura e capacidade de gerenciar invejável, ao Zeno (Sulculzinho), meu co-orientador, uma das figuras da geologia mais hilárias, um geólogo inspirador, com uma visão de integração que pretendo adquirir, nem que um pouco, e ao Aranha (Ravininha), responsável por sorrisos diários e de uma didática simples e eficiente. Primeiramente muito obrigado por aceitarem esse estagiário, ou bragadá, ou piãozinho, ou cueca, como quiserem. E por terem aceitado o desafio de realizar o meu trabalho de formatura em conjunto com as atividades do IPT, a flexibilidade de vocês, conselhos e dedicação contribuiu enormemente para o meu aprendizado e amadurecimento pessoal e profissional. Tudo isso em um ambiente descontraído e produtivo, e cheio de gás!

À toda família IPT, Tati, Filipe, Luis Celso, ale, Duda, Fabrício, Rô, Maria, Marcela, Pri, Roberto, Aline, Killy, Geraldo, CG, Fausto, LAPS, Mauri, Priscila, Obrigado!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edilson Pissato, agradeço muito pela dedicação e conversas que se estenderam por horas, discutindo sobre erosões, cartografia, problemas do TF e, claro, dicas de mergulho que levarei para a vida. Muito obrigado e desculpa não ter ido melhor na sua disciplina!

Ao pessoal do Laboratório de Mecânica de Solos da escola Politécnica da USP, ao Prof. Dr. Fernando Marinho, Antonio e Val, agradeço por terem aturado minhas piadas ruins por um mês inteiro, e ao Zé da Estrada, um garotão português com sua Harley *Fatboy*, por ter me acompanhado todos os dias, e termos aprendido juntos a fazer os Ensaios, e às vezes, refazer.

Aos amigos de turma, em especial Xucrute, Bukkake, Milani, Avatar, Akira, Yaki, Vagi, Deflorado, Engole, Dilma, Obama, Thomilhe, cada minuto com vocês sempre rendem boas risadas e conversas. À todos que foram ao congresso, compartilharam as dificuldades de TF e se divertiram muito. Ao pessoal do Buraco e das Tiriths, Salviano, Thiago, Qualquer. Ao pessoal da época do cursinho e médio, Léo, Ká, Pri, Renan, Tatá, Lis, Alex, Jô, Jorge...

Um especial e amoroso Obrigado para a minha família, compreensiva e os melhores espectadores, torcendo e dando muita energia e apoio. Especialmente agradeço a mulher linda que é a Dona Nina, minha avó, pelas risadas, conselhos e feijoadas porretas que não tem igual no mundo! Minha mãe, Cícera, mulher forte, inspiradora que me enche de orgulho com o seu jeito e profissionalismo com os pequeninos da creche, no mundo deveria ter mais pessoas boas como você mãe. Ao meu véio, Orlando, obrigado pai por todos os sacrifícios que fez para mim e meus irmãos. Você e a mãe me orgulham sempre. Aos meus irmãos, Leonardo e Bruno, pelas conversas, videogame, discussões e conselhos. Aos cachorros da família, Scoob, Bartolomeu (agora com o Bruno) e Joana D'arc, por me receberem sempre muito alegres e bem humorados, dificilmente vocês lerão isso, então aperto vocês quando chegar em casa. Claro que devo um grande obrigado à minha pandinha, Fusk, minha companheira de aventuras, obrigado por dividir cada momento incrível comigo, espero receber os seus sorrisos lindos todos os dias.

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo produzir uma carta de suscetibilidade à erosão do município de Oscar Bressane, localizado no Oeste Paulista, utilizando o método de análise integrada do meio físico. O município foco deste estudo foi selecionado devido à grande densidade de processos erosivos presentes e das consequências ambientais proporcionadas. O mapa de erosões do Estado de São Paulo, produzido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) em 2012, também orientou na decisão da escolha do município. Oscar Bressane se insere dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) nº 21, na qual a bacia do Rio do Peixe e o Córrego do Veado estão contidos. IPT (2012) constatou a UGRHI 21 como sendo a mais crítica do Estado. No município de estudo foram fotointerpretados mais de 350 pontos de erosão linear, os quais tiveram suas áreas delimitadas para a elaboração do Mapa de Inventário de Processos Erosivos, usado para a verificação nos diferentes mapas elaborados (Geológico, Pedológico, Uso do Solo e Geomorfológico) as unidades que possuem maior potencial na ocorrência de processos erosivos. As diferentes classes de suscetibilidade além de serem apresentadas na Carta de Suscetibilidade, são abordadas como Pranchas esquemáticas, apresentando sua distribuição espacial no território, características do meio físico e de uso e ocupação do solo.

Palavras-Chaves: Carta de Suscetibilidade; Erosão; Análise Integrada;

Abstract: The following research seeks to produce an Erosion Susceptibility Chart of the Oscar Bressane county, localized in the region of the Paulista's West, using the method of Integrate Analysis of the Physical Environment. The district focused of these study was selected because the huge density of erosions process presents there and all the derivated environmental problems. The Erosion Map of the São Paulo state, made by Institute of Technological Research (IPT) in 2012, also oriented to choose the present county. Oscar Bressane is inside the Hydric Manegement Resources Unity (UGHRI) nº 21, where Rio do Peixe and Córrego do Viado basins are inserted. IPT (2012) observed that UGRI 21 is the most critical of the State. At the studied district, more than 350 linear erosions points were verified by photointepretation analysis, each one had its area measured for the Erosion Process Inventory Map, used to verify at the diferents maps (Geological, Pedological, Land Use and Landscape) the unities that have more potencial to result in erosions process. The susceptibilities class are presented using schematics boards, showing how it ocups the land, their physics environmental charecterists and land use.

Key-words: Susceptibility Chart; Erosions; Integrated Analysis;

Sumário

1. Introdução	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Justificativa	2
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1. Mapeamento Geotécnico	5
2.2. Erosão.....	7
3. Características Gerais da Área.....	13
3.1. Localização e Acesso	13
3.2. Hidrologia	14
3.3. Clima.....	16
3.4. Vegetação.....	16
3.5. Geomorfologia	17
3.6. Geologia	17
3.7. Pedologia.....	20
4. Metodologia	22
4.1. Levantamento de Dados Geográficos	23
4.2. Dados Cartográficos:	23
4.3. Seleção da Área	24
4.4. Elaboração Cartográfica Preliminar	25
4.5. Observação, Descrição e Amostragem – Etapa de Campo	25
4.6. Ensaios de Laboratório.....	26
4.7. Análise de Dados	26
4.8. Elaboração Cartográfica	26
5. Documentos Cartográficos Elaborados	27
5.1. Mapa de Inventário de Processos Erosivos.....	27
5.2. Mapa de <i>Landform</i>	27
5.3. Mapa de Declividade.....	29
5.4. Mapa de Uso do Solo	29
5.5. Mapa Pedológico.....	31
5.6. Mapa Geológico	31
6. Apresentação e Discussão dos Resultados.....	32
6.1. Avaliações Qualitativas e Quantitativa das Erosões	32
7. Carta de Suscetibilidade	36
Classes de Suscetibilidade à Erosão do Município de Oscar Bressane	36

8. Conclusões e Recomendações	52
9. Referências Bibliográficas.....	54
10. Anexos	56

Índice de Tabelas

Tabela 1. Tabela de índices médios pluviométricos e termométrico:	16
Tabela 2. Unidades homogêneas de Relevo. Modificado de IPT-Emplasa (1986).....	28
Tabela 3. Classes de declividade adotadas:.....	29
Tabela 4. Classes de uso e ocupação do solo:.....	30
Tabela 5. Classes de suscetibilidade à erosão:	37

Índice de Ilustrações

Figura 1. Mapa de criticidade dos municípios à processos erosivos..	3
Figura 2. Fatores responsáveis por processos erosivos.....	7
Figura 3. Erosão laminar.....	9
Figura 4. Tipos de erosões lineares: a) Sulcos; b) Ravina e c) Boçoroca.	10
Figura 5. Localização da área de Estudo	13
Figura 6. Bacias hidrográficas e Compartimentos Hidrográficos (CH) de Oscar Bressane..	14
Figura 7. Mapa de densidade de drenagem.....	15
Figura 8. Variação das médias pluviométricas e termométricas.....	16
Figura 9. Principais unidades geomorfológicas de Oscar Bressane	17
Figura 10. Coluna estratigráfica da Bacia Bauru no contexto do Oeste Paulista..	18
Figura 11. Unidades geológicas do município	19
Figura 12. a) Afloramento típico da Formação Marília; b) Cristal de calcita; c) Rizólitos	19
Figura 13. a) Afloramento típico da Formação Vale do Rio do Peixe b) Perfil esquemático c) porções mais arenosas d) porções lamíticas	20
Figura 14. Distribuições dos tipos de solo em Oscar Bressane.....	22
Figura 15. a) mapa de densidade de drenagens e b) mapa de densidade de pontos de erosão, na UGRHI 21..	24
Figura 16. Área (m ²) coberta por processos erosivos do tipo boçoroca e ravina.	32
Figura 17. Distribuição dos processos erosivos por bacia hidrográfica.....	33
Figura 18. Quantificação de Boçorocas por unidade geológica.....	33
Figura 19. Quantificação de ravinas por unidade geológica.	33
Figura 20. Quantificação de Boçorocas por unidade geológica.....	34
Figura 21. Quantificação de ravinas por unidade geológica.	34
Figura 22. Boçorocas por classe de uso do solo, com valor em área (m ²) demonstrado.	34
Figura 23. Ravinas por classe de uso do solo, com valor em área (m ²) demonstrado.....	35
Figura 24. Porcentagem de ravinas nos tipos de solo.	35
Figura 25. Relação dos tipos de solo com as boçorocas.....	36
Figura 26. A) Porcentagem das classes de suscetibilidade na Bacia do Córrego do Sabiá. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade.....	48
Figura 27. A) Porcentagem das classe de suscetibilidade na Bacia do Ribeirão do Engano. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade.....	49

Figura 28. A) Porcentagem das classes de suscetibilidade à erosão na Bacia do Ribeirão da Panela. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade na Bacia.	49
Figura 29. A) Porcentagem de classes de suscetibilidade à erosão na Bacia do Ribeirão Mumbuca. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade.	50
Figura 30. Classes de suscetibilidade à erosão nos Compartimentos Hidrográficos.	51
Figura 31. Porcentagem de classes de suscetibilidade à erosão nos Compartimentos Hidrográficos a) CH-1 e b) CH-2.	51
Figura 32. Classes de suscetibilidade à erosão nos Compartimentos Hidrográficos a) CH-3 e b) CH-4.	51

Pranchas

Suscetibilidade Muito Alta	39
Suscetibilidade Alta	41
Suscetibilidade Moderada	43
Suscetibilidade Baixa	45
Suscetibilidade Muito Baixa	47

Anexos

Anexo 1: Ensaios Granulométricos e Classificação SUCS.....	58
Anexo 2: Mapas vetoriais desenvolvidos	59
Anexo 3: Rasters sintetizados.....	60
Anexo 4: Mapa de Inventário de Processos Erosivos.....	61
Anexo 5: Mapa geomorfológico.....	62
Anexo 6: Mapa de Declividade.....	63
Anexo 7: Mapa de Uso do Solo.....	64
Anexo 8: Mapa Pedológico.	65
Anexo 9: Mapa Geológico.	66
Anexo 10: Carta de Suscetibilidade à Erosão	67

DVD-ROM

- Monografia
- Mapas nos formatos PDF e JPEG
- Produtos SIG (Shapes, Rasters e projetos de todos os mapas desenvolvidos)

1. INTRODUÇÃO

A cartografia geotécnica vem sendo aprimorada nas últimas décadas e sua área de atuação ampliada, tornando-se uma ferramenta estratégica ao posicionamento de planejamento urbano. Neste trabalho, essa ferramenta será aplicada à análise de suscetibilidade à erosão no município de Oscar Bressane, atribuindo-se classes de suscetibilidade entre Muito Baixa a Muito Alta, e assim atingindo um panorama geral das condições socioambientais das bacias hidrográficas do município ao processo, .

Diante da problemática aos quais os processos erosivos estão inseridos, a realização de uma carta geotécnica para a definição das classes de suscetibilidade necessita de um diagnóstico rigoroso das características fisiográficas locais e da consideração do fator antrópico, relacionando ambos com a ocorrência de erosões.

Desta maneira, considera-se o uso da análise integrada do meio físico como uma ferramenta apropriada à realização da carta aqui proposta. Nessa, realiza-se a análise características dos diferentes elementos do meio físico individualmente, em seguida verificam-se suas respostas ao processo de estudo, e por fim, realiza-se à síntese global dos elementos do meio físico nas classes de suscetibilidade predefinidas. Adicionalmente são verificadas as respostas dos processos erosivos aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo.

Para a realização do presente trabalho foram utilizadas pesquisas bibliográficas, trabalhos de campo com coleta de amostras de solo e rocha seguida por sua análise em laboratório, e também, o uso intensivo de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para planejamento e ajuste de dados de campo.

O trabalho de conclusão de curso estrutura-se em sete seções:

A primeira contém a introdução, objetivos e justificativa. A segunda a revisão bibliográfica do tema de estudo e definições baseadas em vários autores, apresentando o panorama geral da cartografia geotécnica e dos processos erosivos, buscando o entendimento da sua dinâmica de evolução. A seção três apresenta as características gerais da área de estudo, localização, características hidrológicas, classificação climática, tipos de vegetação, características geomorfológicas, geologia e tipos de solo.

A quarta seção expõe a metodologia utilizada, iniciando-se pela coleta e trabalho com os dados cartográficos, a razão da escolha de Oscar Bressane como objeto de estudo; material cartográfico pré-campo realizado; observações e descrições dos materiais amostrados em campo; ensaio granulométrico e de limites de Atterberg feitos; análise dos dados e sistemática de desenvolvimento dos materiais cartográficos.

A quinta seção trata dos diferentes mapas gerados, como foram produzidos e conceituação das características das classes aplicadas. Foram produzidos os mapas de Inventário de Processos Erosivos, *Landform*, Declividade, Uso do Solo, Pedológico e

Geológico. A sexta seção encarrega-se de discutir os resultados obtidos, por meio de avaliação qualitativa e quantitativas dos fenômenos erosivos nas diferentes características do meio físico e antrópico.

A seção sete apresenta a carta de suscetibilidade à erosão, descrevendo as diferentes classes, sendo suas características apresentadas em pranchas esquemáticas com a síntese das características do meio físico, antrópica e distribuição espacial da classe de suscetibilidade no município. Ao fim, são avaliadas as bacias hidrográficas do município e sua relação com as classes de suscetibilidade, possibilitando a identificação da bacia mais suscetível.

Por último, o capítulo oito encerra o trabalho com conclusões e recomendações acerca das considerações a serem levadas em conta pelos tomadores de decisão e demais atores do planejamento urbano do município.

1.1. Objetivos

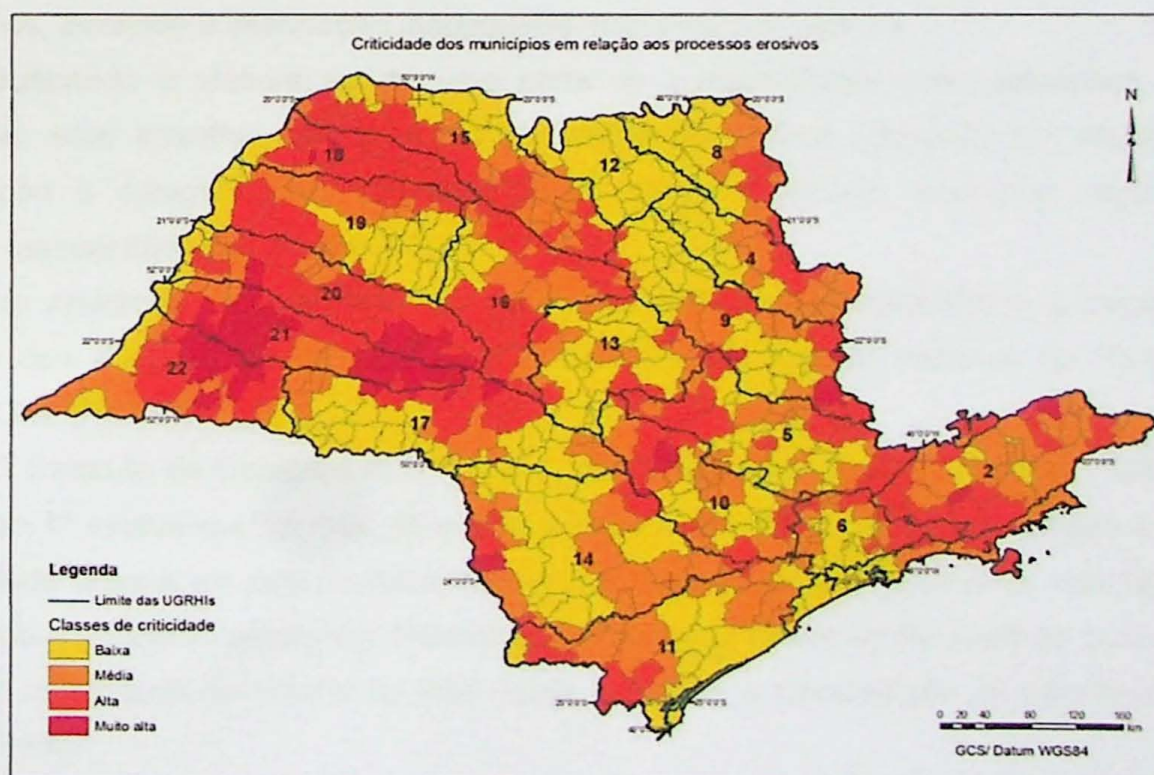
Este trabalho de formatura busca elaborar uma carta geotécnica de susceptibilidade à erosão, na escala de 1:50.000, do município de Oscar Bressane. A pesquisa será norteada por meio do uso das técnicas propostas por Zaine (2011) com adaptações, utilizando-se da análise integrada do ambiente a partir do uso de ferramentas de fotointerpretação, Sistema de Informação Geográfica (SIG) e de levantamentos de campo, serão categorizadas as zonas homólogas em relação às respostas aos processos erosivos de cada unidade setorizada. Utilizando-se de avaliação qualitativa e quantitativas dos fenômenos erosivos nos elementos do meio físico. Espera-se que o produto deste trabalho contribua como uma opção de ferramenta de qualidade no manejo e planejamento municipal, ao setorizar o município em áreas com graus de suscetibilidade à erosão, de Muito Baixo a Muito Alto, com prioridades distintas de administração, indicando as condições de cada bacia hidrográfica. E assim, disponibilizar um produto cartográfico a ser aplicado no planejamento territorial, no que se refere às intervenções visando preservação, prevenção e recuperação da qualidade do solo e dos corpos d'água.

1.2. Justificativa

As dinâmicas externas do planeta são responsáveis por incontáveis mudanças nas formas da paisagem. Bitar (2004) ressalta a "*força da natureza*" ao dissertar sobre os fenômenos naturais, principalmente os de cunho geológico, atuantes em níveis globais. Segundo o autor, do ponto de vista dos seres humanos, tais processos são pouco perceptíveis quanto aos seus sentidos, contudo o desequilíbrio decorrente de ações antrópicas podem causar transformações significativas ao meio ambiente.

De acordo com Bitar (2004), a aceleração de processos erosivos ocorre, pois a *"intensidade (do processo) supera a velocidade natural de formação do solo"*. Tais alterações são capazes de tornarem vastas extensões de terra destinada ao uso agrícola improdutivas, além da possibilidade de sua ocorrência em áreas urbanizadas, devido ao planejamento inadequado da infraestrutura local e do modo de manejo dos recursos naturais, acarretando em gastos elevados para a recuperação das áreas degradadas, e perdas imateriais como fatores históricos e vidas.

Sabendo da relevância do estudo dos processos erosivos, em 1985, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) foi pioneiro ao executar o projeto "Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo". A partir de fotografias aéreas de 1972, foram cadastradas 700 pontos de erosões urbanas e 7 mil rurais (ravinas e boçorocas), gerando ao final uma carta de suscetibilidade à erosão do estado, balizando decisões de planejamento Urbano. Entre os anos de 2010 e 2012, contratados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) o IPT desenvolveu uma segunda carta de suscetibilidade à erosão de todo o estado de São Paulo, cadastrando aproximadamente 39 mil pontos de erosão rural e 1400 erosões urbanas (IPT, 2012). A utilização de novas ferramentas tecnológicas, como fotografias aéreas (2010/2011) repassadas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (Emplasa) e imagens de satélite do *Google Earth*, possibilitaram o cadastramento de um número maior de erosões do que o trabalho realizado da década de 1980. As áreas com erosão foram categorizadas nos níveis de criticidade: baixo, médio, alto e muito alto. Verificou-se que a região do Oeste Paulista apresentou o cenário mais crítico (Figura 2).



A administração dos recursos hídricos se dá a partir do Comitê de Bacias Hidrográficas (CBH) de São Paulo por meio de 22 UGHRI (Unidade de Gerenciamento de recursos Hídricos) abrangendo todo o estado. Dentre essas, a UGRHI 21, contendo em sua totalidade a bacia hidrográfica do Rio do Peixe e a microbacia do córrego do Veado, destacou-se por ser a mais castigada pelos processos erosivos, contabilizando mais de seis mil pontos de erosão (IPT, 2012).

A UGRHI 21 possui um total de 51 municípios, desses 25 possuem sua sede administrativa dentro do limite da UGHEI 21, enquanto 26 têm suas sedes fora dessa. As constatações dos processos erosivos são muito evidentes em todos esses. A simples verificação em imagens de satélite, utilizando-se a ferramenta de navegação do *Google Earth* ao longo do Rio do Peixe, possibilita identificar inúmeros processos de assoreamentos dos rios, causados pelos sedimentos retirados de boçorocas e ravinas.

Em 2015, iniciou-se pelo IPT o Projeto de Capacitação do Rio do Peixe, que resultará em uma carta de susceptibilidade à erosão, utilizando a metodologia multivariada, em que, a partir do cruzamento dos diferentes elementos fisiográficos (dados pluviométricos, pedologia, geologia, declividade, relevo e geomorfologia), será gerado um produto na escala de 1:250.000 da UGHRI 21.

As informações geradas pela carta geotécnica serão de grande valia na administração e preservação dos recursos pelo Comitê de Bacias do Estado de São Paulo, e um mapa mais detalhado em relação à setorização dos diferentes níveis de susceptibilidade à erosão possibilitará a distribuição da verba arrecadada pelo Comitê com critérios mais definidos, aplicando-a proporcionalmente, segundo os níveis de criticidade dos municípios, evitando a destinação inadequada dos recursos públicos.

Buscando a elaboração de uma carta de suscetibilidade mais detalhada a nível municipal, este trabalho utilizará da metodologia de análise integrada do ambiente na setorização e categorização do município de Oscar Bressane, escolhido segundo os critérios apresentados na **Seção 4.3**.

No âmbito legal, o trabalho de cartografia voltada à suscetibilidade é exigida pelo Estatuto das Cidades (Lei N°10.257, 10/07/2001) e na Política nacional de Proteção e Defesa Civil (PNDEC).

O Estatuto da Cidade, Lei N° 10.257, de 10 de Julho de 2001 (BRASIL, 2001), em seu artigo 1° estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem estar dos cidadãos, bem como o equilíbrio ambiental. Ressalta-se a obrigatoriedade do Estatuto da Cidade para todos os municípios do estado de São Paulo, segundo a Constituição de São Paulo (São Paulo, 1989).

O Estatuto fomenta o direito a cidades sustentáveis, com isso no artigo 2°, inciso IV, ressalta-se o planejamento do desenvolvimento das cidades e distribuição espacial de sua

população quanto das atividades econômicas nele presentes. Desse modo, o crescimento urbano pode ser executado evitando e corrigindo distorções sobre o meio ambiente. Sendo descritos nos incisos V e VI o papel do município. O inciso V indica as ofertas de equipamentos urbanos e comunitários, com infraestrutura e saneamento ambiental adequado e o inciso VI, a ordenação do uso do solo. Nesse, são listados o controle das atividades de uso do solo, e a questão ambiental abordadas no item g) poluição e a degradação ambiental, e h) exposição da população a riscos de desastres.

Os instrumentos para a execução do estatuto da cidade iniciam-se pelo Plano Diretor. O capítulo III, art. 39 descreve o plano diretor como sendo essencial a ordenação da cidade, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos a qualidade de vida, a justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, sendo, conforme o art. N° 40 o instrumento básico da política de desenvolvimento.

A obrigatoriedade do plano diretor é descrita no art. n° 41: I- cidades com mais de vinte mil habitantes; II- integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; VI- incluídas no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis a ocorrências de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos e hidrológicos correlatos.

Em 2012, fora instaurada a Lei N° 12.608 da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). A lei objetiva (art. N° 3) a execução de ações preventivas, de mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil. O art. N° 5 apresenta os objetivos da PNPDEC, sendo o inciso I- a Redução dos riscos de desastres; III- Recuperação de áreas afetadas por desastres; VI- Estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização; o inciso VII- Promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mapeamento Geotécnico

A cartografia geotécnica é uma ferramenta de síntese dos diferentes elementos que constituem um meio, que conforme Zuquette e Gandolfi (2004) compõe uma etapa importante do processo de mapeamento geotécnico, sendo elaboradas a partir da utilização de atributos de mapas fundamentais (informações dos diferentes componentes do meio físico), interpretação e relação entre esses, por meio da caracterização, classificação, levantamento, avaliação e análise dos componentes do meio físico necessárias ao mapeamento geotécnico. Para Prado et al (2010) a consideração do contexto geográfico tornou-se essencial nas tomadas de decisão, sendo que o conteúdo gerado poderá orientar os técnicos municipais à escolha das áreas mais adequadas para a expansão urbana e

rural, visando evitar a instalação de novas áreas a riscos de ocorrência de desastres naturais.

Zaine (2011) define o mapeamento geológico-geotécnico como sendo uma ferramenta de grande importância no planejamento urbano, possibilitando a revisão do modo como o meio físico está sendo ocupado, a partir da orientação de medidas preventivas e corretivas, diminuindo possíveis prejuízos e riscos ao uso do solo. Zuquette e Gandolfi (2004) relatam a dimensão do mapeamento geotécnico, ao envolver instituições públicas que utilizarão os dados na solução de problemas relacionados ao mau planejamento ou engenharia inadequada. Como observado, os objetivos da cartografia geotécnica são de múltiplos usos e a execução dessa ocorre com o uso de diferentes metodologias que variam de autor para autor.

Bitar et al (1992) definem a utilização das cartas geotécnicas para o uso urbano do solo, sendo as cartas de suscetibilidade indicadoras da *"potencialidade de ocorrência de processos geológicos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso urbano do solo, expressando as suscetibilidades segundo classes de possibilidade de ocorrência"*.

Para Nakazawa et al. (1991) e Prandini et al. (1995), as cartas de suscetibilidade *"informam sobre a possibilidade de ocorrência de um ou mais fenômenos geológicos e de comportamentos indesejáveis, pressupondo uma dada forma de uso do solo"*. Vale ressaltar que os conceitos desenvolvidos por Prandini et al (1995) foram adotados como metodologia oficial do IPT.

2.1.1. Análise integrada do Meio Físico

A proposta de Zaine (2011) para a análise integrada do meio físico consiste na verificação dos padrões de fisionomia do terreno, considerando as características do relevo, solo, geologia, uso do solo e fisiográficos. Em seguida, realiza-se a análise integrada dessas, seguindo quadros e tabelas contendo listas dos atributos a serem considerados.

O autor Op. Cit. utiliza do uso de análise fotogeológica das características do relevo, analisando atributos como a densidade de drenagem, amplitude, declividade, forma das encostas, topia, vegetação, uso do solo e processos geológicos. A verificação dessas feições promove uma análise crítica em relação aos processos geológicos existentes.

2.1.2. Mapeamento Geotécnico Para Erosão

A preocupação em relação as perdas de solo em decorrência de processos erosivo reflete-se nas inúmeras publicações sobre o tema em todo o mundo. Na Índia, Prasannakumar et. al (2011) estimaram a perda de solo por meio de SIG, utilizando o cálculo USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Enquanto na Sicília Anesi et. al. (2011) realizaram análises multiparamétricas, considerando as inúmeras variáveis do meio físico, visando aferir locais suscetíveis à erosão. Ainda no ambiente SIG, Conforti et. al. (2010)

fizeram a avaliação das feições geomorfológicas no Norte da Calabria (Itália) buscando identificar a relação com a suscetibilidade à erosão. Santos (2013) elabora uma carta de suscetibilidade à erosão utilizando o método de análise integrada do meio físico para uma bacia hidrográfica em Goiás.

2.2. Erosão

2.2.1. Definições

Erosão é o termo dado aos processos naturais responsáveis pela modelagem da superfície terrestre. Ocorre a partir da desagregação de material geológico seguido pelo seu transporte, em virtude de processos que ocorrem na interface entre hidrosfera, atmosfera e litosfera (Infanti Júnior e Fornasari Filho, 1998). Os autores consideram a erosão como sendo um processo de desagregação e remoção de material do solo e rocha, em virtude da combinação da gravidade, água, vento, gelo e organismos (plantas e animais).

À vista disso, a erosão é um processo natural que vem ocorrendo ao longo do tempo geológico, determinante para a formação de solos. A retirada das camadas superficiais do solo carrega consigo a porção mais fértil, acarretando na perda de produtividade agrícola. As taxas de ocorrência dos processos erosivos são muito sensíveis em relação a presença, intensidade e ou frequência de determinados condicionantes.

2.2.2. Condicionantes do Processo Erosivo

Conforme descrito pelo DAEE e IPT (1989), os processos erosivos estão associados a fatores naturais, sendo os principais: Chuva; Cobertura Vegetal; Topografia e os Tipos de Solo. Complementarmente, Coch e Wolff (1996) acrescentam os fatores antrópicos relacionados ao Uso e Ocupação do Solo, como fatores de grande importância para ocorrência de erosões.

Os agentes intempéricos físico, químico e biológico, possuem papel indispensável no processo erosivo, especialmente a água, descrita como o agente mais efetivo de transporte e desagregação de material do solo (Santoro, 2015). Os diversos fatores ambientais inter-relacionados com os processos erosivos estão reunidos na **Figura 1**.

Agente Climático: com a **precipitação**, a água infiltra no solo e o altera química e fisicamente, transportando nutrientes e minerais mais finos para as porções inferiores do solo.

Enquanto que ao escoar superficialmente (*run off*), transporta e retrabalha o material

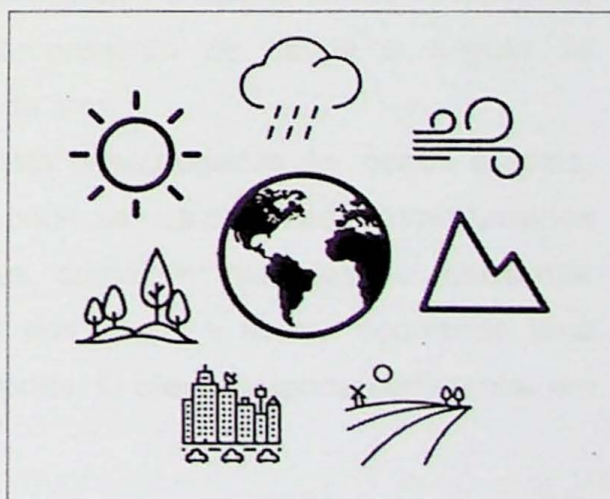


Figura 2. Inter-relação entre os fatores responsáveis por processos erosivos: clima, topografia, cobertura vegetal, uso do solo e, intrinsecamente, o tipo de solo.

Imagem: Autor

desagregado. Chuvas torrenciais provocam grandes enxurradas, ocasionando em elevada perda de solo. A **variação térmica** gera expansão e contração do material, contribuindo para sua desagregação em decorrência do decréscimo da coesão entre os grãos.

Agente Biológico: age tanto como agente químico, como físico. As raízes das plantas liberam ácidos que enfraquecem o material penetrado que será desagregado por meio da força exercida pelo crescimento das raízes. A cobertura vegetal, natural ou agrícola, também atua protegendo o solo dos impactos das gotas de chuva e na redução do escoamento superficial, possibilitando a retenção de partículas transportadas.

Agente Topográfico: declividade e comprimento de rampa favorecem a concentração dos fluxos de água superficial. Elevadas declividades desencadeiam maiores velocidades de *run off* e elevam capacidade erosiva local. Comprimentos de rampa grandes favorecem a concentração de maiores volume de água transportada (Santoro, 2015).

Agente Pedológico: conforme abordados por Santoro (2015), possuem variáveis físicas (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, características química, biológica e mineralógica) que respondem de forma distinta aos processos erosivos. Segundo o autor, a profundidade do solo tem influência direta na infiltração da água. Solos pouco profundos saturam mais rapidamente, havendo acréscimo do escoamento superficial e de sua ação erosiva. Solos profundos são menos sujeitos à erosão, contudo, diferenças texturais em seus horizontes podem gerar diferentes velocidades de infiltração, levando a ação erosiva em seu interior.

Para Coch e Wolff (1996), os agentes erosivos possuem intensidades diferentes em cada região do globo, variando conforme a interação entre as características geográficas, geológicas e climáticas do local. Ainda segundo os autores, o escoamento superficial, possui papel indispensável ao desenvolvimento dos processos erosivos, sendo influenciado por: uso do solo, características topográficas (comprimento de rampa e ângulo de declividade) e o tipo e extensão da cobertura vegetal da área.

Os produtos gerados pela erosão são materiais desagregados de rochas e solos, denominados de sedimentos. O local de deposição pode ser caracterizado como terrenos com feições geomorfológicas de baixas declividades, como em planícies ou apresentar armadilhas naturais, como cachoeiras, margens de rios, lagos e deltas, ocorrendo uma seleção granulométrica do material ao longo do transporte. O elevado aporte sedimentar em um rio pode ocasionar a diminuição de sua vazão.

2.2.3. Tipos de Feições Erosivas

Visando a distinção entre os processos erosivos, Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998) os classificam em dois tipos:

- **Erosão Natural ou Geológica:** desenvolve em condição de equilíbrio com a formação do solo;
- **Erosão Acelerada ou Antrópica:** a intensidade da erosão é superior à da formação do solo, não permitindo a sua recuperação natural.

Os processos pedogenéticos necessitam de um intervalo de tempo longo para a alteração e transformação do material geológico em solos, sendo sujeito à todo instante aos processos de erosão. Desse modo, a formação do solo e a erosão seguem um equilíbrio dinâmico (DAEE e IPT, 1989).

Este trabalho aborda as erosões antrópicas, desenvolvidas por intervenções geradas pelas diferentes formas de uso e ocupação do solo pelo homem sem manejo ambiental adequado. Santoro (2015) analisa o elevado potencial de degradação de terras produtivas gerado pelas atividades antrópicas.

O escoamento superficial é um fator determinante para a geração de feições erosivas no terreno. Segundo DAEE e IPT (1989), existem dois modos preferenciais com que esses ocorrem: escoamento sem e com canais, gerando no solo feições de erosão laminar e linear:

- **Erosão Laminar:** escoamento superficial ocorre como filetes de água, de forma difusa, sem geração de canal, com presença de enxurradas. Há a retirada contínua e progressiva dos horizontes do solo (Infanti Júnior e Fornasari Filho, 1998). A **Figura 3** indica um loteamento com erosão laminar.



Figura 3. Loteamento com exposição de solo e horizontes superficiais erodidos por erosão laminar.

- **Erosão Linear:** escoamento superficial concentrado em canais. Desencadeia a formação de três tipos de feições erosivas: sulcos, ravinas, e boçorocas quando os sulcos erosivos evoluem até atingir o nível do lençol freático (DAEE e IPT, 1989). A **Figura 4** exemplifica os tipos de processo erosivo linear.

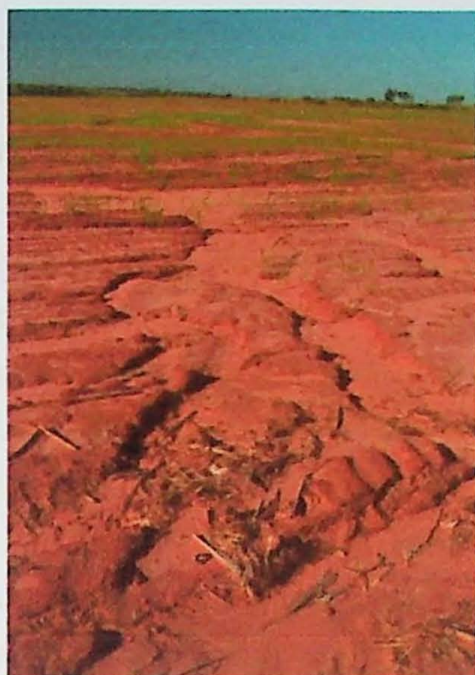
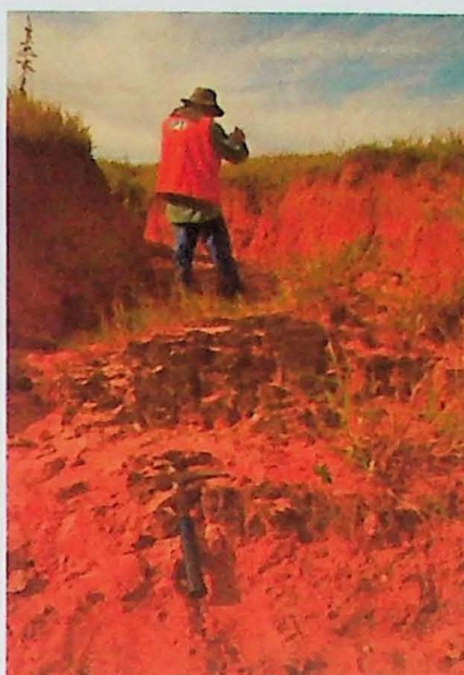
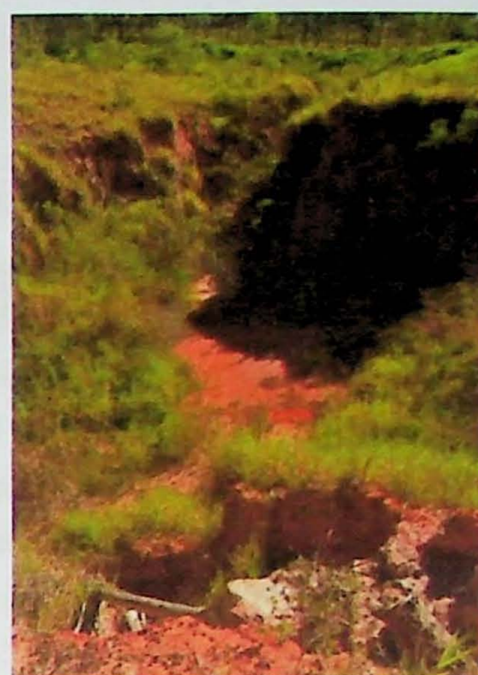
Sulco**Ravina****Boçoroca**

Figura 4. Tipos de erosões lineares: **a)** Sulcos; **b)** Ravina e **c)** Boçoroca.

O trabalho técnico desenvolvido em conjunto pelo o DAEE e o IPT (1989), conceitua as boçorocas como “as feições mais flagrantes de erosão antrópica”, são caracterizadas pela passagem gradual da erosão laminar para erosão linear. Surgem em locais com elevada concentração de *run off* sem a dissipação de energia. Ainda segundo os autores, as boçorocas evidenciam um estado mais avançado e complexo de erosão, com poder destrutivo superior a sulcos e ravinas. As boçorocas apresentam grandes dimensões e velocidade de avanço, por meio da rápida evolução dos ramos ativos, atingindo diferentes tipos de intervenções antrópicas do meio.

As boçorocas são caracterizadas por sua complexidade, possuindo outros processos em seu interior. Esses estão relacionados ao fato de a erosão se aprofundar de tal maneira que atinge o lençol freático, levando a: Surgência d'água; Fluxo d'água do fundo da erosão e de suas paredes, podendo avançar em direção ao interior do terreno (Op. Cit.).

Ainda segundo os autores, boçorocas apresentam o fenômeno de erosão interna ou de entubamento (*piping*). Esse fenômeno se caracteriza pela presença de estruturas tubulares que avançam para o interior do solo. A presença de inúmeros vazios possibilita a ocorrência de descalçamento e solapamento da base das paredes da boçoroca, podendo gerar o colapso do terreno por meio de escorregamento ou desmoronamento, alargando as boçorocas.

Em seu livro, Silver e DeFries (1992) discutem sobre as grandes transformações geradas pelos seres humanos ao meio ambiente, definindo-os como poderosos agentes de transformação da Terra. Conforme os autores, nos 300 anos anteriores à década de 1990 houve um aumento de 450% das terras agricultáveis no mundo, concomitante ao aumento

em 25 vezes das maiores áreas urbanas. Embora apresentando a imagem negativa das atividades humanas, os autores relatam o grande potencial da humanidade em mitigar os efeitos adversos gerados, para isso, necessita-se de um esforço coletivo de diversas esferas da sociedade.

Em seu trabalho de modelagem, Clubb et. al. (2016) verificam as relações entre a densidade de drenagem, taxa de erosão, observando relações diretas entre essas e elevada processo de assoreamento desencadeado. Moeni et. al. (2015), concluem como um parâmetro indicativo para ocorrência de processos erosivos a densidade de drenagem em um local. Além disso, os autores indicam o uso de ferramentas SIG estrategicamente para o monitoramento das erosões em determinado local e ações de combate à essas.

Estruturas geológicas também podem agir como fatores de indução de processos erosivos, conforme verificado por Pinto e Sigolo (2001) no zona de transição entre os arenitos da Formação Marília e Formação Vale do Rio do Peixe do Grupo Bauru.

Erosões Urbanas

Áreas urbanas com planejamentos inadequados de captação e destinação de águas pluviais podem ser responsáveis pela geração de erosões, tornando-se vítimas dessas devido suas infraestruturas precárias (Almeida Filho, 1999). O avanço de boçorocas na zona urbana causam danos às obras de infraestrutura rodoviárias e viárias, podendo atingir a grande variedade de edifícios circunvizinhos.

A instalação de uma comunidade em determinada área pode ter início com o loteamento. São divididas as glebas e traçados os arruamentos, implantando-se a rede de captação de águas pluviais e de destinação dessas. O planejamento dessa infraestrutura deve considerar as curvas de nível do terreno, buscando evitar que as águas pluviais ganhem grande velocidade ao percorrerem os arruamentos até a área de destino (Almeida Filho, 1999).

Caso as águas pluviais cheguem com muita energia no local de lançamento, pode-se induzir a formação de um processo erosivo, evoluindo até formar uma boçoroca. Seu desenvolvimento pode avançar em direção a montante (evolução remontante), atingindo a infraestrutura urbana local. Outro fator a ser considerado é a disposição dos esgotos urbanos, que, caso liberados de modo inadequado, também podem gerar e alimentar as grandes erosões.

Erosões Rurais

As atividades rurais são essenciais a praticamente todas as sociedades, muitas vezes cobrem grandes extensões de terra para agricultura e pecuária. Contudo, o modo como essas atividades são geridas no ambiente destoam muito das características locais,

resultando em uma grande quantidade de solos erodidos devido às técnicas agropecuárias aplicadas.

A ocorrência de erosões podem resultar da baixa capacidade de infiltração de água da chuva. Gera-se elevado percentual de escoamento superficial, acarretando em feições lineares de erosão e grande produção de sedimentos. No entanto, terrenos possuindo cobertura vegetal protegendo sua superfície, os volumes de sedimentos gerados são usualmente menores do que o mesmo solo sem essa proteção, sendo fundamental à conservação do solo. Contudo, a interferência antrópica age com alta intensidade na alteração das características do solo dependendo do tipo de uso e ocupação destinado a esse. Pinto e Sigolo (2001) verificam a ocorrência de feições erosivas ao longo de cercas de propriedades agrícolas.

2.2.4. Métodos de Avaliação da Erosão

A avaliação do comportamento dos processos erosivos foi essencial na elaboração da carta de suscetibilidade à erosão. Foram utilizadas duas propostas metodológicas de Silva (2003) nesta etapa. Segundo a autora, a qualificação e quantificação do fenômeno erosivo contribuem com uma análise sobre os diversos aspectos de seu desenvolvimento.

2.2.5. Métodos Qualitativos

Possibilita a identificação das principais características controladoras dos processos erosivos. A autora (Op. Cit.) cita que as principais fontes de dados são derivadas das ferramentas do Sensoriamento remoto, como fotografias aéreas, imagens de satélite *Landsat* e *Spot*. Sugerindo o uso de ferramentas SIG, que permitem a automatização das metodologias qualitativas. Considerando a sugestão de Silva (2003), este trabalho utiliza as Ortofotos realizadas pela Emplasa no projeto Mapeia São Paulo (2011), analisadas no ambiente SIG para o cumprimento dessa etapa.

2.2.6. Métodos Quantitativos

O método qualitativo é subdividido em Avaliação Direta e Indireta. A primeira consiste em coletas de dados diretos em campo, como espessura dos sedimentos, medida do fluxo da água e sedimentos, simuladores de chuva, entre outros fatores. A Avaliação Indireta são definidas como simplificações da realidade do sistema natural, essenciais na compreensão dos processos erosivos, podendo utilizar de dados estatísticos, físicos e paramétricos.

Neste trabalho foram adotadas as avaliações indiretas por meio da distribuição estatística das erosões nas diferentes unidades do meio físico e de seu uso antrópico. A avaliação direta fora feita com ensaios de solos para a determinação de fatores geotécnicos com grande influência à ocorrência de feições erosivas.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

3.1. Localização e Acesso

Oscar Bressane com área em torno de 221,3 km² localiza-se na região do Oeste Paulista, inserido no contexto do Planalto Ocidental Paulista e contido na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, correspondente à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) de número 21 (**Figura 5a**), de um total de 22 unidades em todo o Estado, contendo 51 municípios distribuídos em uma área equivalente a 9.156 km², o município de estudo localiza-se na porção SE da UGRHI (**Figura 5b**). Oscar Bressane faz limite com os municípios de Lutécia, Exaporã, Oriente e Pompéia (**Figura 5c**).

O acesso a partir da cidade de São Paulo até a Oscar Bressane foi realizado pela Rodovia Castelo Branco (BR-374), seguindo pela SP-209, em seguida pela SP-300 até Bauru, de onde utilizou a rodovia SP-294 em direção a Oscar Bressane.

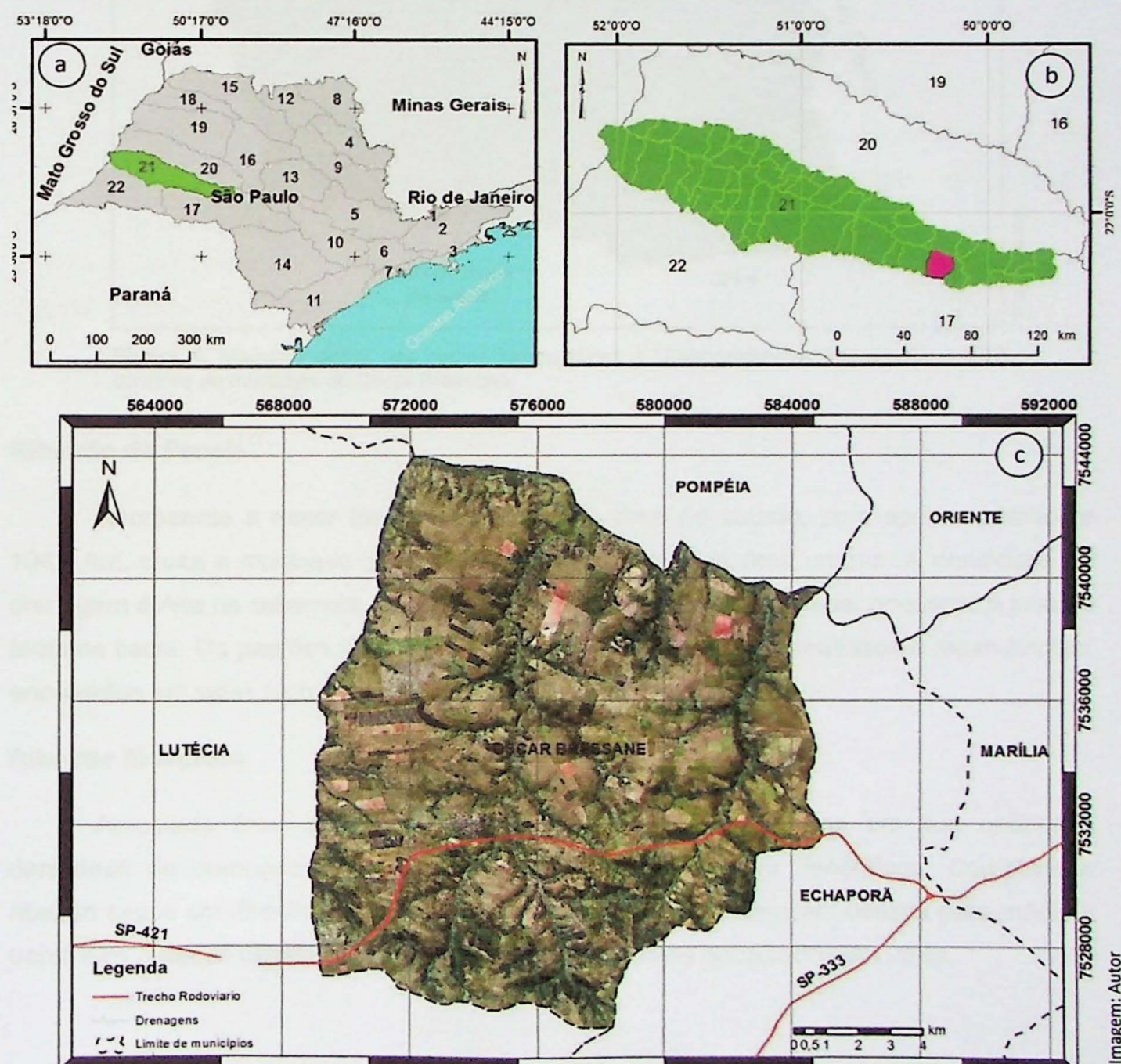


Figura 5. Localização da área de Estudo. a) UGRHIs do Estado de São Paulo, destacado em verde o limite da UGRHI Rio do Peixe (21). b) Municípios da UGRHI 21, destacando-se em rosa o município de Oscar Bressane. c) Área do município de Oscar Bressane evidenciada por ortofotos (EMPLASA, 2010).

3.2. Hidrologia

O município de Oscar Bressane está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe. Sua área possui, integralmente, três bacias hidrográficas principais (Bacia do Ribeirão da Panela, Bacia do Ribeirão Mumbuca e Bacia do Córrego Água de Sabiá), quatro compartimentos hidrográficos (CH-1, CH-2, CH-3 e CH-4) e metade da bacia hidrográfica do Ribeirão do Engano (**Figura 6**):

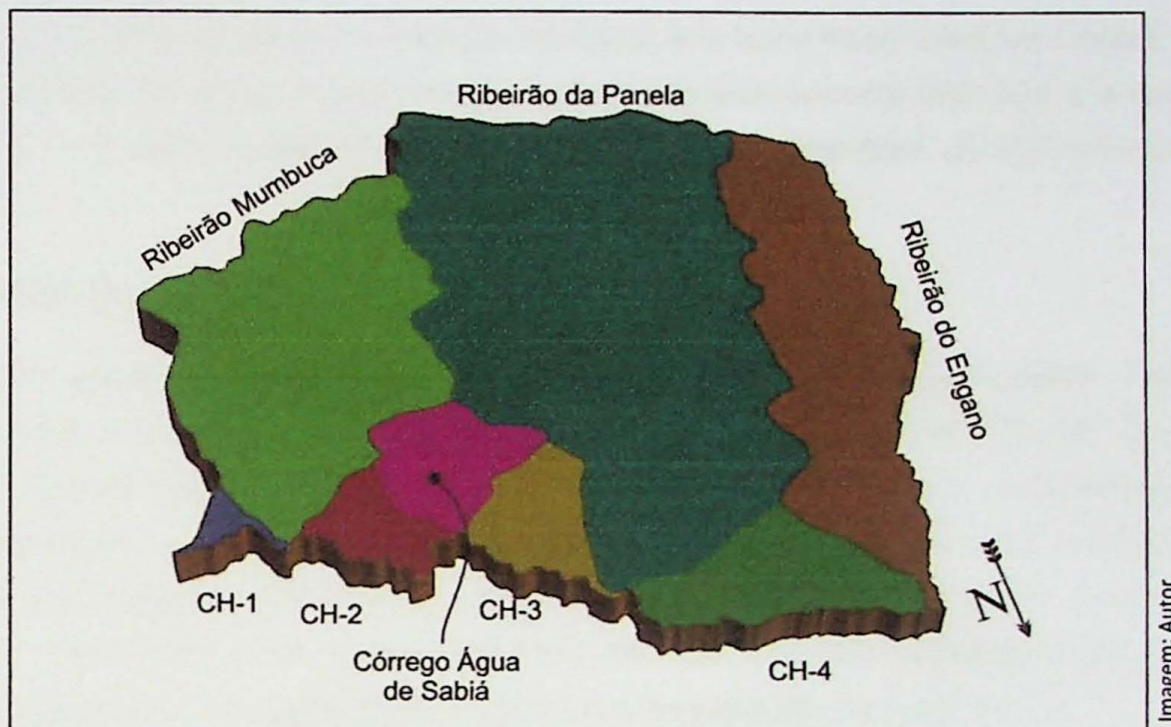


Figura 6. Maquete digital das bacias hidrográficas e Compartimentos Hidrográficos (CH) contidos no município de Oscar Bressane.

Ribeirão da Panela

Representa a maior bacia hidrográfica da área de estudo, com aproximadamente 104,7 km, cruza o município de Sul a Norte, passando pela área urbana. A densidade de drenagem é Alta na cabeceira, próxima do seu médio curso é Moderada, enquanto à jusante torna-se baixa. Os padrões de drenagem são predominantemente retilíneos e meandantes, encaixados em vales fechados e abertos.

Ribeirão Mumbuca

Apresenta área total aproximadamente 48,9 km², verifica-se em sua cabeceira densidade de drenagem elevada, com padrões de drenagem dendríticos. Conforme o ribeirão segue em direção ao Rio do Peixe, a densidade de drenagem diminui para média e baixa e os padrões de drenagem tornam-se mais retilíneos encaixados em vales.

Córrego Água de Sabiá

Com pequena extensão em área (aproximadamente 7,9 km²), localiza-se próximo ao Rio do Peixe, padrão de drenagem retilíneo em vales fechados a abertos e alta densidade de drenagem.

Ribeirão do Engano

Encontra-se no extremo oeste do município é o limite físico entre os municípios de Oscar Bressane e Lutécia. Suas drenagens são predominantemente retilíneas e encaixadas em vales, com baixa densidade de drenagem, ocupando uma área de aproximadamente 38,9 km².

Compartimentos Hidrográficos (CH)

São pequenas bacias hidrográficas, totalizando quatro compartimentos. Possuem canais preferencialmente de primeira ordem que deságuam diretamente no Rio do Peixe, em sua maioria retilíneos e encaixados em vales, majoritariamente apresentam baixa densidade de drenagem, com exceção do CH-4, apresentando alta densidade de drenagem.

A densidade de drenagem foi estabelecida a partir da classificação proposta por Soares e Fiori (1976), e com ajustes feitos em ambiente SIG, calculando-se o comprimento das drenagens pela área que ocupa, o resultado é apresentado na **Figura 7**.

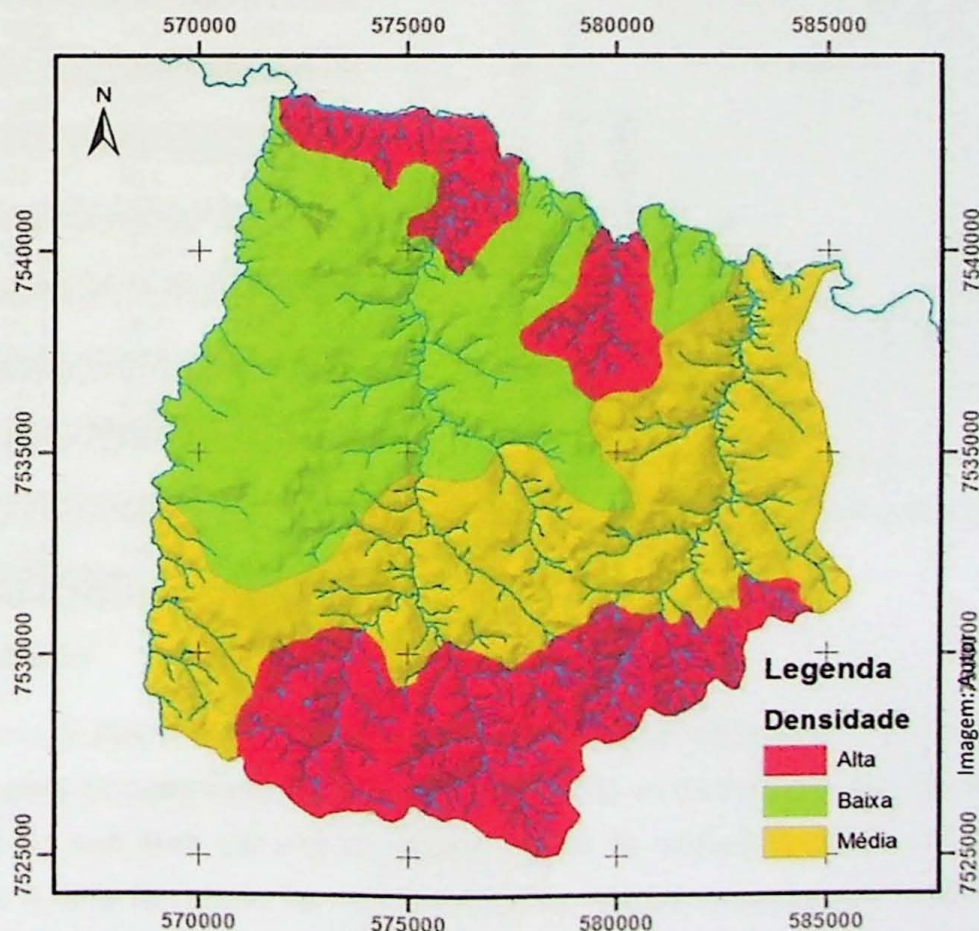


Figura 7. Mapa de densidade de drenagem utilizando-se da ferramenta de densidade de linha do *ArcMap 10.3*.

3.3. Clima

Oscar Bressane está inserido em uma região de clima Tropical Chuvoso. Segundo Miranda et al. (2008) corresponde a classe **Aw** da Classificação Climática de Koeppen, que considera os dados médios de pluviosidade e termométricos. A primeira letra da classificação, em maiúsculo **A**, indica o clima de uma região, no caso Tropical. A segunda letra indica a distribuição pluviométrica, sendo **w** representativo de chuvas de verão. A classificação aqui utilizada fora aplicada pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (Cepagri) da Universidade de Campinas.

Por meio da **Tabela 1** retirada de Miranda et al. (2008), observa-se que o inverno na região é seco e as menores temperaturas no mês mais frio (julho) ficam em torno de 12 °C, enquanto a precipitação é inferior a 40 mm. Os períodos chuvosos iniciam em setembro, havendo em dezembro as maiores médias. O decréscimo dos dados pluviométricos é evidente a partir dos meses de março. A média anual pluviométrica em Oscar Bressane é de 1370,4 mm. A **Figura 8** sintetiza os dados médios entre a variação termométrica e a pluviosidade no município de estudo.

Tabela 1. Tabela de índices médios pluviométricos e termométrico:

MÊS	TEMPERATURA DO AR (C)			CHUVA (mm)
	mínima média	máxima média	média	
JAN	19.3	30.9	25.1	209.1
FEV	19.6	31.0	25.3	189.7
MAR	18.8	30.6	24.7	136.3
ABR	16.2	29.0	22.6	77.4
MAI	13.5	27.1	20.3	79.6
JUN	12.1	25.9	19.0	57.9
JUL	11.5	26.2	18.9	35.5
AGO	13.0	28.5	20.7	36.3
SET	15.0	29.4	22.2	78.4
OUT	16.6	29.9	23.3	129.2
NOV	17.5	30.3	23.9	124.9
DEZ	18.7	30.2	24.5	216.1
Ano	16.0	29.1	22.5	1370.4
Min	11.5	25.9	18.9	35.5
Max	19.6	31.0	25.3	216.1

3.4. Vegetação

Segundo o mapa florestal do município de Oscar Bressane, na escala 1:100.000, desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente (2008) do Estado de São Paulo, o município possui 0,86% de sua área coberta por mata, 3,68% de capoeira, 0,01% de vegetação não classificada e 0,02% de áreas de reflorestamento. Menos expressivos, ocorrem em áreas com: cerrado, campos de cerrado, cerradão e vegetação de várzea.

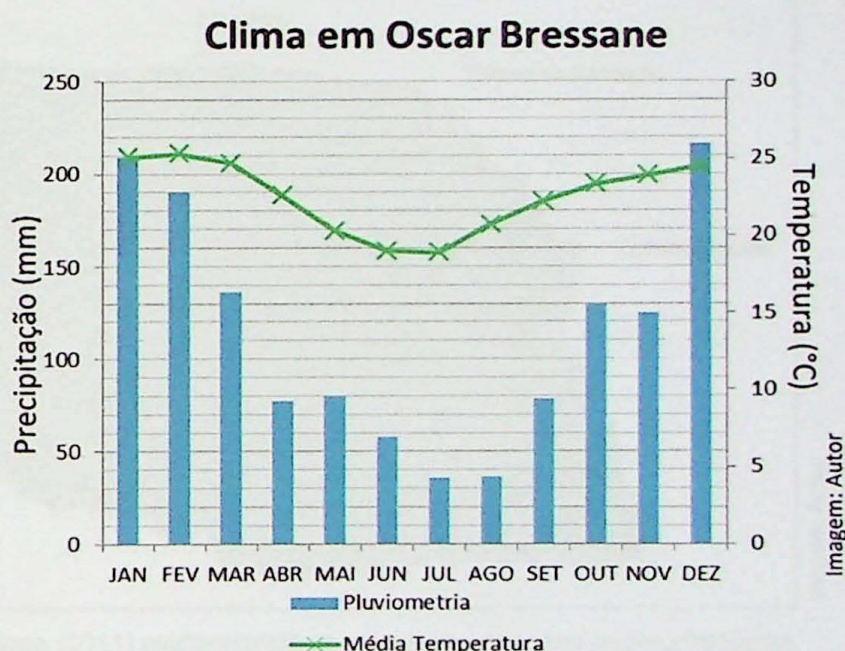


Figura 8. Variação das médias pluviométricas e termométricas, com valores anuais.

3.5. Geomorfologia

O mapa geomorfológico desenvolvido por IPT (1984) na escala de 1:500.000 do estado de São Paulo, insere o município de estudo em três compartimentos geomorfológicos: Colinas Amplas (212), Colinas Médias (213) e Relevo de transição (511). O mapa de *Landforms* apresenta as características de relevo em uma escala de detalhe, apresentada na seção 5.2.

Ao sul do município de Oscar Bressane, ocorrem as maiores cotas topográficas superiores a 600 metros e sustentadas pelos arenitos da Formação Marília, em seus topos ocorrem relevos de Colinas Amplas. De maneira geral, a quebra do relevo é marcada pelo contato com a Formação Vale do Rio do Peixe. Separando as duas unidades geológicas há um relevo de transição de Colinas Subparalelas, contida entre escarpas festonadas da Formação Marília e o relevo predominantemente de Colinas Amplas presente na Formação Vale do Rio do Peixe. Nas regiões de vale, verificam-se a presença de planícies aluviais com largas áreas de várzea. A Maquete digital (**Figura 9**) busca apresentar as diferenças geomorfológicas do município.

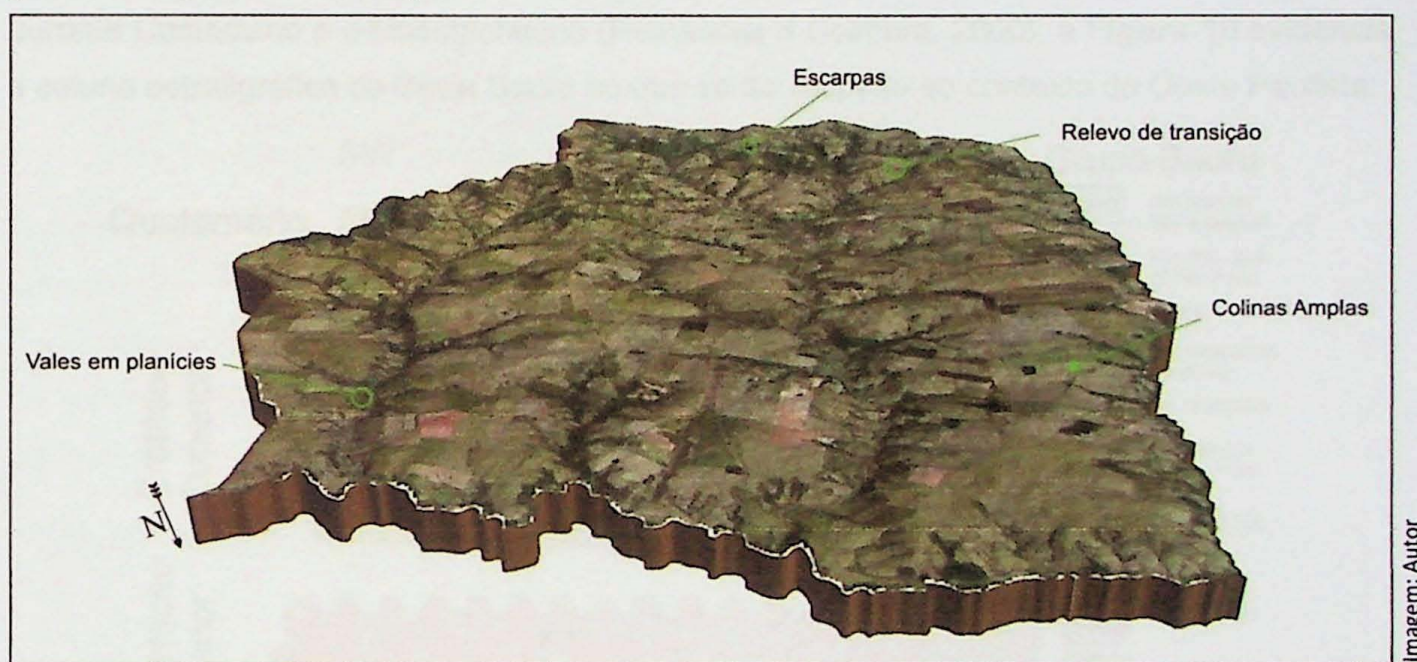


Figura 9. Maquete digital com ortofotos da Emplasa (2011) evidenciando as principais unidades geomorfológicas de Oscar Bressane: Colinas amplas, Escarpas, Relevo de transição e Vales em planícies.

3.6. Geologia

As características geológicas que serão abordadas ao longo deste trabalho seguiram as importantes contribuições propostas pelos estudos de Fernandes e Coimbra (1994 e 2000) e de Fernandes (1998 e 2004) na caracterização da bacia sedimentar intracontinental Bauru, destacando-se a revisão cronoestratigráfica proposta (Fernandes e Coimbra, 2000) e o mapa litoestratigráfico da porção oriental da Bacia Bauru (Fernandes, 2004).

Bacia Bauru

A Bacia Bauru ocorre diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, o que a caracteriza como uma bacia sedimentar suprabasáltica (Fernandes e Coimbra, 1994, 2000 e 2002) e seus limites são marcados principalmente por lineamentos estruturais (Riccomini, 1997), sua origem é interpretada como decorrência de subsidência térmica gerada pela colocação dos basaltos do Grupo São Bento (Formação Serra Geral) sobre os arenitos da Bacia do Paraná. O peso desse fora responsável pela geração do espaço que em seguida fora preenchido pelos sedimentos produzidos pelas áreas fontes, soerguidas nas bordas da região de colocação dos basaltos (Riccomini, 1997 e Batezelli 2010). Batezelli e Ladeira (2016) indicam que a intensidade de sedimentação na bacia foi de 10 m/Ma, em decorrência do tectonismo.

Fernandes e Coimbra (1994, 2000 e 2002) dividem a Bacia Bauru em dois grupos: Caiuá e Bauru. O primeiro corresponde a um ambiente leques aluviais e lagos rasos com sedimentos finos, bem selecionados. O segundo caracteriza o deserto Bauru, semiárido nas bordas e desértico no interior, ambos os grupos são resultados das condições ambientais durante Coniaciano e o Maastrichtiano (Fernandes e Coimbra, 2000), a **Figura 10** evidencia a coluna estratigráfica da Bacia Bauru no que se diz respeito ao contexto do Oeste Paulista.

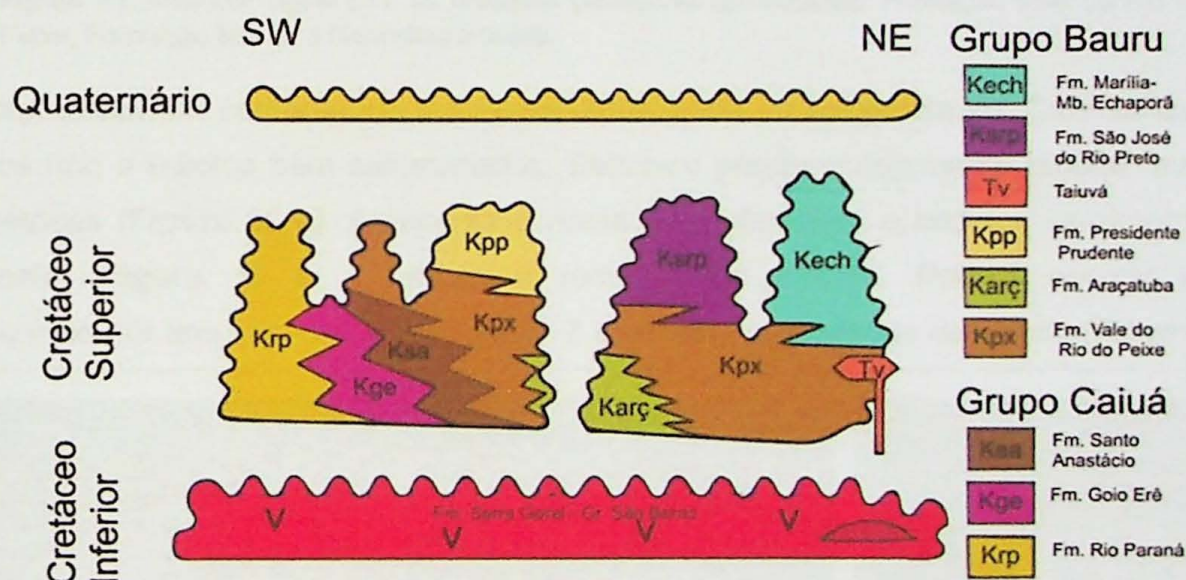


Figura 10. Coluna estratigráfica da Bacia Bauru no contexto do Oeste Paulista. Os membros Serra do Galga e Ponte Alta da Formação Marília não foram inclusos. Modificado de Fernandes e Coimbra (2002).

Segundo Fernandes e Coimbra (1994), o Grupo Caiuá é composto pelas Formações: Rio Paraná, Santo Anastácio e Goio Erê. Essas ocorrem diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, com a presença de conglomerados no contato. O grupo Caiuá é composto principalmente por arenitos finos, muito finos a finos, bem selecionados.

Os autores (op. Cit.) conferem ao Grupo Caiuá um contato transicional com o Grupo Bauru, que também ocorre acima dos basaltos, possuindo clastos desses nos estratos que estão em contato com esses. O Grupo Bauru é dividido nas Formações: Marília (Membros

Exaporã, Ponte Alta e Serra do Galga), Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente, Araçatuba, São José do Rio Preto e pelas intrusões alcalinas dos Analcimitos Taiuvá.

Características geológicas da Área de Estudo

O município de Oscar Bressane contido no Grupo Bauru, apresenta as formações Marília e Vale do Rio do Peixe, conforme ilustra a **Figura 11**.

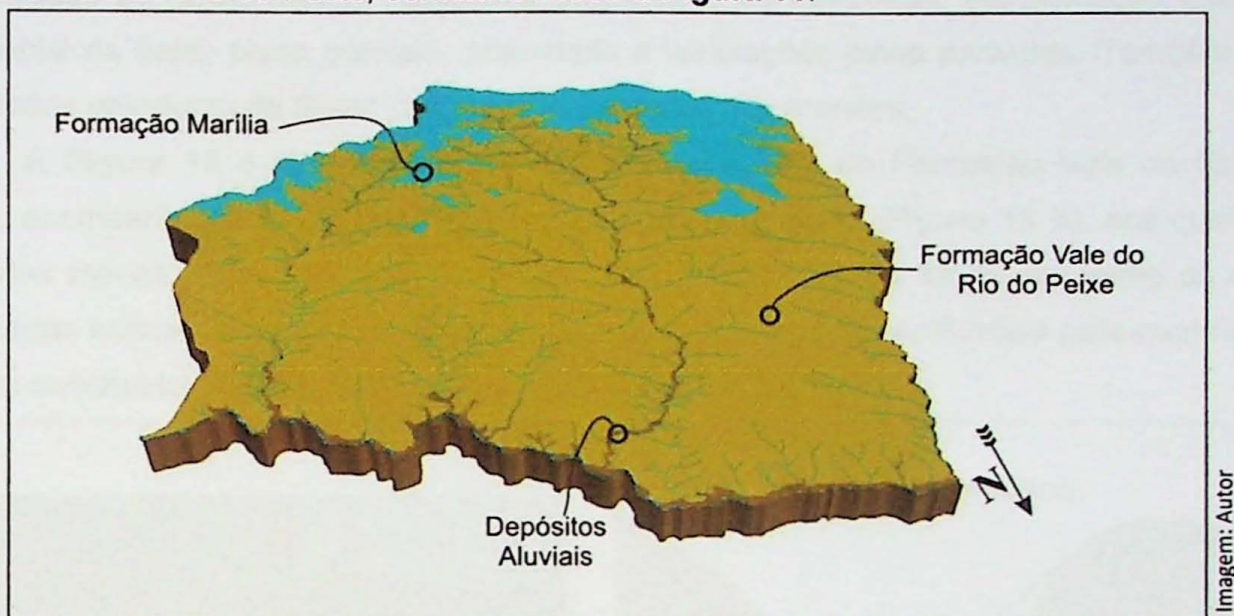


Figura 11. Maquete digital com as unidades geológicas identificadas: Formação Vale do Rio do Peixe, Formação Marília e Depósitos aluviais.

Formação Marília: compreende o topo da estratigrafia do Grupo Bauru. Caracterizada por arenitos fino a médios bem selecionados. Estrutura predominantemente tabular, métrica a decimétricas (**Figura 12 a**). Apresenta cimentação carbonática e nódulos centimétricos de carbonato (**Figura 12 c**), tornando a rocha muito maciça. Podem ocorrer rizólitos preenchidos por areia fina a média (**Figura 7 c**) e cristais euédricos de calcita (**Figura 12 b**).

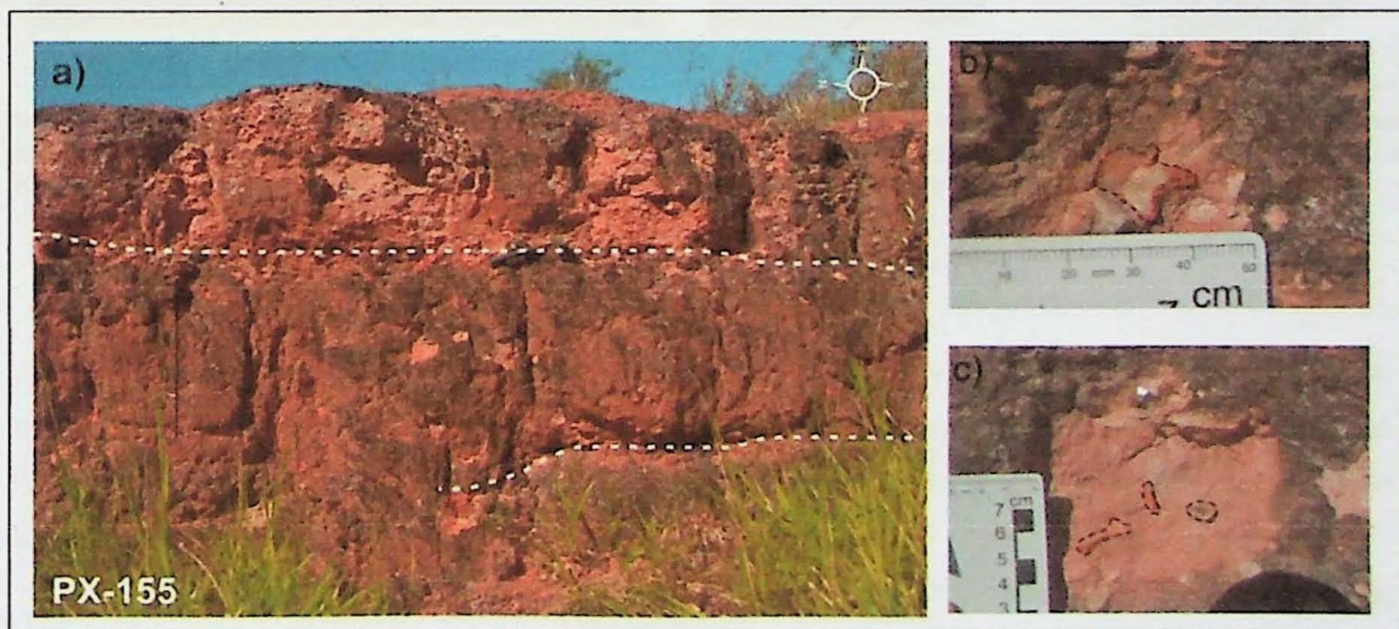


Figura 12. a) Afloramento típico da Formação Marília (ponto PX-155), apresentando estratos tabulares de aproximadamente 0,5 m de espessura; b) Cristal euédrico de calcita em destaque; c) Rizólitos, feições vermeiformes preenchidas por areia média, e nódulos de carbonato, feições elípticas.

Formação Vale do Rio do Peixe: estratigraficamente abaixo da Formação Marília, localmente pode apresentar e contato interdigitado. Configura-se como arenitos muito finos a finos, bege amarronzados, bem selecionados, podendo ter baixo teor de cimento carbonático. As porções areníticas podem estar intercaladas com camadas de lamitos (silte e argila). Encontram-se rizólitos (estruturas tubulares correspondentes a moldes de raízes) preenchidos por areia média. Apresenta diversidade de estruturas: estratificação cruzada tangencial na base, plano paralela, acanalada e laminações plano paralelas. Também são verificadas estruturas de *flaser*, com lamitos inseridos nos arenitos.

A **Figura 13 a** apresenta um afloramento (PX-155) da Formação Vale do Rio do Peixe, acompanhado de um perfil esquemático dessa unidade (**Figura 13 b**), aos quais as camadas menos escavadas correspondem aos arenitos (**Figura 13 c**), enquanto as mais escavadas indicam maiores teores de argila e silte, tipicamente verificadas pela quebra em padrão conchoidal (**Figura 13 d**).

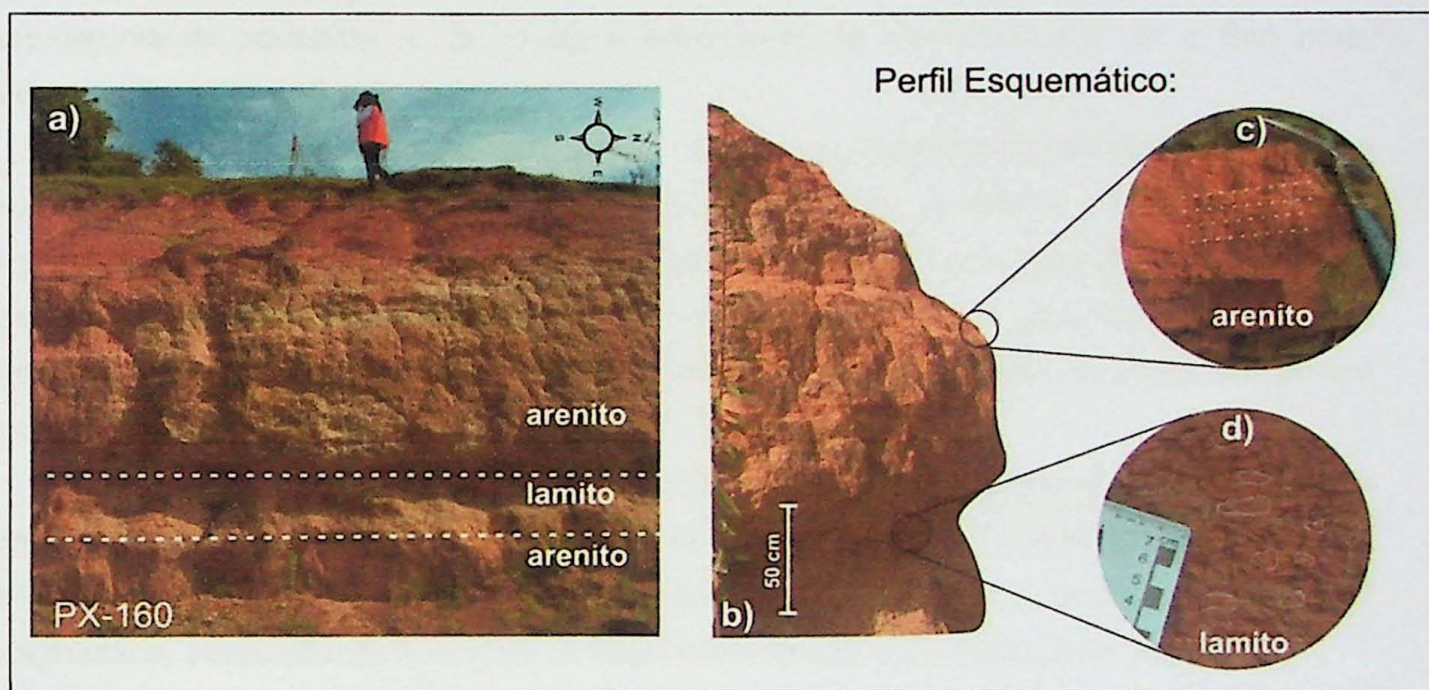


Figura 13. a) Afloramento típico da Formação Vale do Rio do Peixe, apresentando estratos tabulares com intercalação de arenitos (estratos mais espessos) e lamitos; b) Perfil esquemático em que c) corresponde as porções mais arenosas e resistentes ao intemperismo e d) porções lamíticas (silte e argila) menos resistentes.

3.7. Pedologia

O Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira et al., 1999), confeccionado em parceria entre o Instituto Agrônomo de Campinas e a Embrapa Solos, com escala de 1:500.000, promoveu uma visão holística das possíveis unidades pedológicas da área de estudo.

Os trabalhos de campo possibilitaram a descrição de 35 perfis de horizonte de solo, sendo coletados de cinco perfis 14 amostras, três amostras por perfil, uma para cada horizonte de solo. A análise de campo permitiu verificar a predominância de Argissolos

vermelho-amarelos (PVA), Argissolos vermelho-amarelo latossólicos e solos mais jovens, como Cambissolos e Neossolos Litólicos.

As regiões contidas no topo das colinas apresentaram solos mais desenvolvidos (PVAs), geralmente associados a declividades entre 0% e 3%, enquanto as regiões de vertentes apresentavam solos mais rasos e juvenis (RQ e RL) e declividades elevadas de 12 a 50%.

As classes de solo mapeadas em Oscar Bressane foram definidas segundo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006):

Argissolo Vermelho-Amarelo abrupto: Apresenta aumento do teor de argila do horizonte A, superficial, para o horizonte B textural (Bt), com transição clara, abrupta ou gradual. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este, seguindo para o horizonte Bw. O Horizonte A possui menos do que 20% de teor argila. O solo possui espessuras de horizonte A de 30 cm e espessuras de horizontes B's (Bt e Bw) mais elevadas, superiores à três metros.

Argissolo Vermelho-Amarelo raso: Horizonte A, superficial, mais argiloso do que o horizonte B textural (Bt), com transição, abrupta ou gradual. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, com aumento de argila daquele para este, seguindo para um horizonte transicional Bt para C, saprolítico. O Horizonte A possui espessura 20/25 cm e atinge a rocha e/ou saprólito com um pouco menos de um metro de espessura.

Neossolos Litólicos: Solos com material orgânico ou mineral pouco espessos (menos de 30 cm), sem grandes alterações em relação ao material originário, devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos. Não apresentam horizonte B diagnóstico, possuindo 90% ou mais de fragmentos de rocha ou material de origem.

Cambissolos Háplicos: Apresentam horizonte B incipiente (Bi), com textura franco-arenosa ou mais argilosa. Há diferenças marcantes de granulometria de A para o Bi. O horizonte Bi apresenta estruturas em blocos, granular ou prismática, havendo solos com ausência de agregados, com estruturas simples ou maciça.

A distribuição das diferentes classes pedológicas são apresentadas no modelo da **Figura 14**.

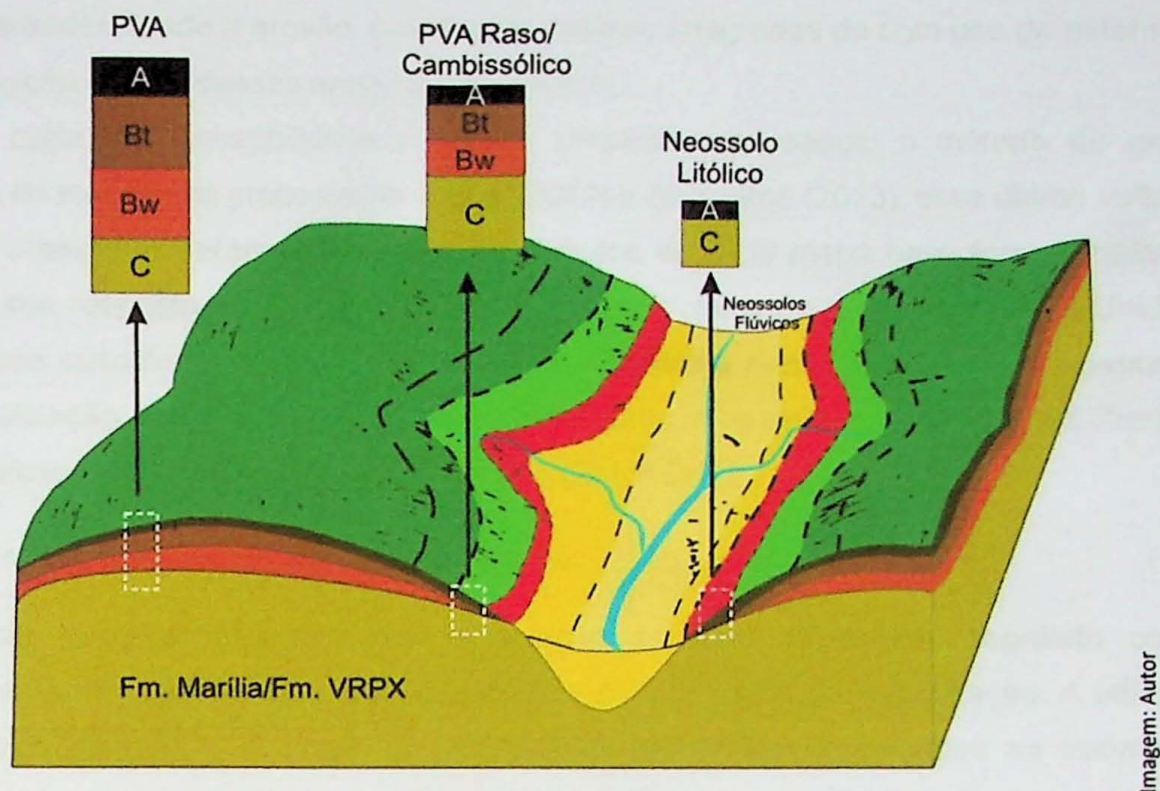


Figura 14. Bloco destacando as características geomorfológicas das distribuições dos tipos de solo em Oscar Bressane, tanto para o substrato geológico das formações Marília e VRPX.

4. METODOLOGIA

A utilização da metodologia de análise integrada do meio físico busca ser uma ferramenta de tomada de decisão simples, dinâmica e com baixa subjetividade (Zaine, 2011). A partir dela, possibilita-se a delimitação de regiões com comportamentos semelhantes, fornecendo aos técnicos ou gestores municipais informações precisas das características de cada Zona Homóloga, e assim, a partir do mapa de inventário de erosão viabiliza-se o reconhecimento do potencial de desenvolvimento de processos erosivos em cada setor.

As atividades desenvolvidas seguiram as seguintes etapas: Planejamento de campo, com a síntese de mapas base, mapa de declividade, mapa geológico, mapa pedológico, mapa de uso e ocupação do solo, mapa de inventário dos tipos de processos erosivos identificados em ortofotos e mapa de distribuição dos *landscapes*, todos na escala de 1:50.000, a partir de trabalhos regionais e uso de fotografias aéreas e Modelos Digitais de Terrenos da área com uso de fotogeologia aplicada.

Durante as atividades de campo, foram verificados os contornos elaborados nos mapas base e das erosões do município, realização de *top* sequência com trados, amostrando os diferentes horizontes do solo para caracterização do tipo de solo e atividade de mapeamento geológico; a etapa Pós - campo consiste na realização dos ajustes adequados para cada mapa, ensaios de classificação geotécnica do solo e finalização da

carta de suscetibilidade a erosão, guiado por análises integradas do com uso de estatísticas da distribuição dos processos erosivos por unidade.

A carta de suscetibilidade à erosão proposta aqui seguiu o método de análise integrada do meio físico proposta por Zaine (2011) e de Santos (2013), esse último voltado à erosão. Foram considerados os diferentes atributos de cada mapa base foram analisados segundo sua resposta aos processos erosivos, proporcionando a delimitação de Unidades Geotécnicas suscetíveis à processos erosivos. A proposta metodológica sofreu adaptações para a realização deste trabalho, visando um resultado mais refinado e adoção de Pranchas esquemáticas seguindo os modelos de Santos (2013).

4.1. Levantamento de Dados Geográficos

Este trabalho iniciou-se com a seleção da área de estudo, seguindo com o levantamento bibliográfico focado na caracterização e métodos de investigação. A utilização de Ortofotos permitiu a obtenção de informações geográficas importantes ao trabalho de avaliação dos processos erosivos, guiando na logística e localização das erosões.

A fotointerpretação em SIG permitiu a caracterização geológica e geomorfológica da área, guiada pelos produtos gerados no ambiente SIG.

4.2. Dados Cartográficos:

O trabalho de mapeamento necessita de informações cartográficas indispensáveis para a sua realização e qualidade final. Desse modo, as informações referentes à topografia, acessos (rodovias e estradas) e hidrografia da área de estudo, foram obtidas conforme descrito:

Dados Topográficos: As curvas de nível com intervalo de 20 metros e os pontos cotados foram obtidos a partir da digitalização realizada pelo IPT dos mapas confeccionados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 1974, com escala de 1:50.000. São essas as folhas: Herculândia (SF-22-Z-A-II-1), Pompéia (SF-22-Z-A-II-2), Lutécia (SF-22-Z-A-II-3) e Exaporã (SF-22-Z-A-II-4).

Estradas e Acessos: visando o planejamento logístico para as atividades de campo e uma base confiável, foram digitalizadas as principais vias de acesso do município, rodovias e estradas. Para tal, foram utilizadas como base as Ortofotos com escala 1:10.000, produzidas pela Emplasa (2011).

Hidrografia: em decorrência de grandes contrastes entre os *shapes* de hidrografia dos mapas topográficos do IBGE com o observado em Ortofotos, decidiu-se redesenhar todas as hidrografias do município, tomando-se como base as ortofotos.

4.3. Seleção da Área

A seleção do município de Oscar Bressane foi direcionada a partir da interpolação de dados de pontos de erosão pré-disponíveis do IPT (2012) e de drenagens, dentro do limite da UGHRI 21, visando verificar a: Densidade de drenagens (**Figura 4a**); de pontos de erosão rural (**Figura 4b**) e Declividade. As primeiras foram geradas a partir da ferramenta de cálculo de densidades pelo método de Kernel, a segunda pela densidade de linhas, ambas no *software* ArcGis 10.3.

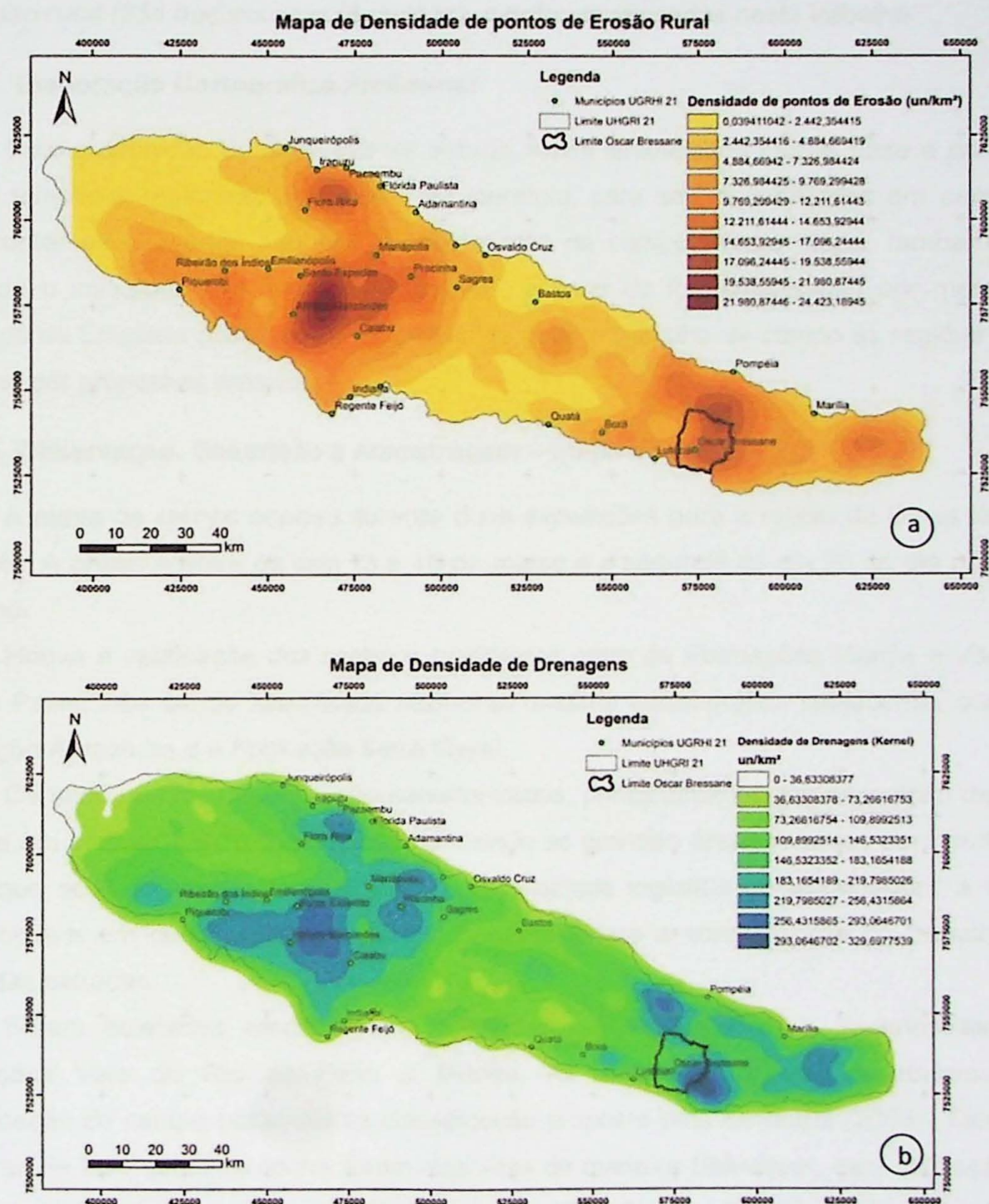


Figura 15. a) mapa de densidade de drenagens e b) mapa de densidade de pontos de erosão, na UGRHI 21. Observar a intersecção dos dados com o limite de Oscar Bressane.

Após a geração das interpolações apresentadas, para a seleção do município foram considerados cinco critérios:

- i- Estar contido integralmente no limite da UGRHI 21;
- ii- Possuir variedades litológicas;
- iii- Relevos pouco monótonos (variações da declividade);
- iv- Elevada densidade de pontos de erosão;
- v- Elevada densidades de drenagens.

A partir dos dados levantados do IPT (2012), verificou-se que o município de Oscar Bressane configurou-se entre os mais críticos da região, contendo um total de 312 pontos de erosão rural (234 boçorocas e 78 ravinas), que foram revisados neste trabalho.

4.4. Elaboração Cartográfica Preliminar

Com a definição do município de estudo, foram sintetizados mapas base a partir de mapas temáticos regionais, disponíveis na literatura, para serem verificados em campo e seus contornos ajustados segundo a constatação de campo. Nesta etapa, também foi realizado o inventário dos processos erosivos, a partir da fotointerpretação por meio das Ortofotos da Emplasa (2011), com o objetivo de guiar o trabalho de campo às regiões mais afetadas por processos erosivos.

4.5. Observação, Descrição e Amostragem – Etapa de Campo

A etapa de campo ocorreu durante duas expedições para a região da Bacia do Rio do Peixe. A primeira entre os dias 13 e 18 de março e a segunda do dia 26 ao dia primeiro de junho.

Houve a verificação dos contatos geológicos entre as Formações Marília e Vale do Rio do Peixe, não sendo identificada nenhuma unidade estratigráfica subjacente, como a Formação Araçatuba e a Formação Serra Geral.

Os afloramentos descritos são caracterizados, principalmente, por exposição de solo e rocha em cortes de estradas. Isso se dá devido as grandes áreas voltadas para cultivo e pasto que ocultam exposições naturais. A necessidade logística de tentar cobrir a maior área possível em curto período de tempo contribuiu para a concentração do trabalho ao longo das estradas.

Foram coletadas amostras dos diferentes horizontes de solo e amostras das Formações Vale do Rio do Peixe e Marília. As amostras de solo receberam sua classificação de campo baseadas na classificação proposta pela Embrapa (2004). Tanto as amostras de solo como de rocha, foram descritas de maneira tátil-visual, com utilização de ácido clorídrico de concentração 10% para a verificação de minerais carbonáticos nos arenitos.

Foram coletadas em cinco perfis de solo, amostras de cada horizonte observado, contabilizando 14 amostras para análise em laboratório, visando à verificação de suas características geotécnicas.

4.6. Ensaios de Laboratório

No Laboratório de Mecânica dos Solos (LMS) da escola Politécnica da USP, foram realizados ensaios de 14 amostras, seguindo a norma brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR N°7181 de 1984. Ensaios de determinação dos Limites de Atterberg, Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP), respectivamente, a NBR N°6459 e NBR N°7180. Com isso, obtiveram-se as características geomecânicas do material e a classificação SUCS (Sistema Unificado de Classificação dos Solos) correspondente.

4.7. Análise de Dados

A análise das curvas granulométricas indica que todos os solos amostrados possuem elevado grau de uniformidade, ou seja, variação granulométrica constante. É evidente a homogeneidade das características das amostras. A classificação SUCS dos diferentes horizontes presentes no solo indicaram horizontes A, constituído por Areias Siltosas (SM), drenagem variando entre regular à má, e uma amostra de Areia bem graduada (SW) com drenagem excelente. Todos os horizontes B foram classificados como Areia Argilosa (SC), com drenagens ruins. As características de drenagem do material seguiram a proposta de Pastore e Fortes (1998). O **Anexo 1** expõe os ensaios granulométricos realizados e a classificação SUCS de cada horizonte.

4.8. Elaboração Cartográfica

As diferentes ferramentas disponíveis no *software ArcGis 10.3* foram exploradas para o tratamento dos dados e confecção dos mapas multitemáticos, reunidos nos **ANEXOS 2** e **3**, resultando nos seguintes documentos cartográficos:

- Mapa de Inventário de Processos Erosivos; (**Anexo 4**)
- Mapa de *Landforms*; (**Anexo 5**)
- Mapa de Declividade; (**Anexo 6**)
- Mapa de Uso e Ocupação do Solo; (**Anexo 7**)
- Mapa Pedológico; (**Anexo 8**)
- Mapa Geológico; (**Anexo 9**)
- Carta de Suscetibilidade a Erosão (**Anexo 10**).

5. DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS ELABORADOS

5.1. Mapa de Inventário de Processos Erosivos

Utilizando as Ortofotos da Emplasa (2011), foram traçados os polígonos de todos os processos erosivos observáveis, fotointerpretados como Ravinas e Boçorocas, totalizando 380 erosões. O polígono permite obter o valor da área de cada erosão em metros quadrados (m²). As dez maiores erosões contêm sua área em m² no mapa final.

O mapa de inventário de processos erosivos é apresentado em conjunto com as bacias hidrográficas do município: Bacia do Córrego Água do Sabiá; Bacia do Ribeirão Mumbuca; Bacia do Ribeirão da Panela; Bacia do Ribeirão do Engano ou do Frutal e quatro compartimentos hidrográficos de menor porte que deságuam diretamente no Rio do Peixe. O **ANEXO 4** apresenta o Mapa de Inventário de Processos Erosivos, contendo as bacias hidrográficas do município sobrepondo um *raster* de Relevo Sombreado.

5.2. Mapa de *Landform*

O mapa de unidades de relevo foi elaborado seguindo a proposta de classificação de IPT-Emplasa (1986), sendo identificadas na área de estudo sete unidades homogêneas de relevo: Planícies Aluviais, Colinas, Escarpas, Morros Altos, Morros Baixos, Morrotes e Morrotes Altos. Discriminadas na **Tabela 2** e apresentado no **ANEXO 5**.

Zaine (2011), aplicada o uso de estereoscopia na delimitação das *Landforms*. Este trabalho realizou a síntese das *Landforms* totalmente em ambiente SIG, utilizando-se produtos de *rasters* derivados do MDT elaborado, como amplitude e declividade da área.

Tabela 2. Unidades homogêneas de Relevo. Modificado de IPT-Emplasa (1986).

Unidades Homogêneas do Relevo	Planícies Aluviais	Morrotes Altos	Morrotes	Morros Baixos	Morros Altos	Escarpas	Colinas
Amplitude		80m (60 a 90m)	60m até 90m	100m (90 a 110m)	150m (140 a 160m, até 200m)	100m (a 200m)	40m até 70m
Declividades (%)	Até 5%	30 - 40%	Até 20%	Até 30%	> 30%	> 30%	20%
Declividade e Subordinação	Até 5% 0 a 100 m	>30% (até 20% em setores localizados de encostas e topos)	Porções inferiores: 20% -30%; Porções superiores e topos: 5% - 20%.	Porções superiores. 20%-30%; Topos: 20%; Terço inferior, nas cabeceiras: 20%.	Porções superiores: 20% e 30%; porções inferiores: >30%; Topos 5%-20%.	Predomina da ordem de 60%	Entre 15 e 20%
Caracterização Geral	Baixa declividade do terreno, pouca profundidade do lençol freático e ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte. Terrenos baixos e planos junto aos cursos d'água. Vales fechados, com planícies aluviais restritas.	Declividade acentuada nas encostas que se apresentam bastante recortadas por linhas de drenagem natural. Relevo ondulado com perfis retilíneos convexos, a intensamente entalhados. Alta densidade de drenagem. Topos estreitos e pouco extensos.	Relevo ondulado com perfis retilíneos a convexos e superfícies desde levemente sulcadas a ravinadas com alguns anfiteatros. Densidade de drenagem Variável, maior nas encostas íngremes. Topos relativamente amplos e alongados e vales fechados, com planícies aluviais restritas.	Relevo ondulado, apresentando encostas de perfis retilíneos com frequentes anfiteatros. Alta densidade de drenagem e topos estreitos e alongados. Vales fechados e assimétricos, com planícies aluviais restritas.	Amplitudes e declividades elevadas (120-200), perfis predominantemente retilíneos, bastante entalhados com grotas profundas, anfiteatros e ravinas. Alta densidade de drenagem, topos estreitos e alongados vales fechados.	Amplitudes e declividades elevadas (100-200 m).	Topografia suavizada, densidade de drenagem média a baixa. Amplitudes entre 40-90 m.

5.3. Mapa de Declividade

Para a compreensão das características do relevo, o uso das informações de um mapa de declividade contribui no reconhecimento das formas e dos elementos de interesse para o entendimento da dinâmica superficial da paisagem. A declividade das encostas é o principal fator do relevo condicionante da erosão. Sua variação determina formas e feições da paisagem, ditando também potencialidades de uso e restrição ao aproveitamento das terras.

No software ArcGis 10.3, um Modelo Digital de Terreno (MDT), apresentado no **ANEXO 3**, é gerado a partir da interpolação das informações da base cartográfica citada em **1.b.ii**, curvas de nível e pontos cotados por meio do comando *Topo to Raster* da extensão *Spatial Analyst*. A partir do MDT e uso de ferramentas *Raster* no ambiente SIG, foi obtida a Declividade (*slope*).

O mapa de Declividade consta no **ANEXO 6**. As classes de declividade definidas seguiram a proposta da Embrapa (1979), com seis classes de declividade, onde cada intervalo de declividade sugere um tipo de característica geomorfológica, resultando na **Tabela 3**:

Tabela 3. Classes de declividade adotadas:

Classe:	Características Geomorfológicas:
0-3%,	Plano (planícies aluviais ou topos de colinas)
3-8%,	Suavemente ondulado
8-20%	Ondulado
20-40%,	Fortemente Ondulado
40-70%,	Montanhoso
>70%	Relevo de escarpas

5.4. Mapa de Uso do Solo

Para a elaboração do Mapa de Uso e Ocupação do solo, utilizam-se as Ortofotos da Emplasa (2011). Foram definidas para o município de Oscar Bressane 14 diferentes formas de uso e ocupação do solo (**ANEXO 7**), descritas a seguir: Campo antrópico; Cemitério; Chácara; Cultura Semi-perene com técnicas de conservação; Cultura Semi-perene sem técnicas de conservação; Cultura perene; Cultura temporária com técnicas de conservação; Cultura temporária sem técnicas de conservação; Influência antrópica; Pastagem com técnicas de conservação; Pastagem sem técnicas de conservação; Pasto sujo; Remanescente florestal e Área Urbana Consolidada. A **Tabela 4** contém as especificações das características dessas classes e o tipo de cultivo adotado.

Tabela 4. Classes de uso e ocupação do solo:

Classe	Descrição
Campo antrópico	Áreas apresentando vegetação de campo formada em áreas originais de floresta, apresentando espécies nativas ou exóticas.
Cemitério	Cemitério municipal de Oscar Bressane
Chácara	Áreas com residências e construções de alvenaria e/ou madeira fora da zona urbana.
Cultura Semi-perene com método preservacionista	Áreas de cultivo de cana-de-açúcar utilizando técnicas de conservação, como plantio em curvas de nível e uso de murundum.
Cultura Semi-perene sem método preservacionista	Áreas de cultivo de cana-de-açúcar sem a utilização de técnicas de conservação, como plantio em curvas de nível e uso de murundum.
Cultura perene;	Áreas voltadas para as culturas de seringueiras e eucaliptos.
Cultura temporária com método preservacionista	Áreas de cultivo de milho e soja, utilizando técnicas de conservação, como plantio em curvas de nível e uso de murundum.
Cultura temporária sem método preservacionista	Áreas de cultivo de milho e soja sem a utilização de técnicas de conservação, como plantio em curvas de nível e uso de murundum.
Pastagem com método preservacionista	Áreas predominantemente cobertas por gramíneas exóticas, voltadas à pastagem para bovinos. Apresentam a utilização de técnicas de conservação, como curvas de nível e uso de murundum.
Pastagem sem método preservacionista	Áreas predominantemente cobertas por gramíneas exóticas, voltados à pastagem para bovinos. Não apresentam a utilização de técnicas de conservação, como curvas de nível e uso de murundum.
Pasto sujo	Áreas usadas para atividades agrícolas diversas e posteriormente abandonadas. Apresentam a retomada da vegetação natural em variados estágios.
Remanescente florestal	Aglomerados de vegetação nativa (cerrado e Mata atlântica) preservados.
Área Urbana Consolidada	Região consolidada com arruamentos pavimentados e moradias de alvenaria. Apresenta diversas atividades comerciais e de lazer.

5.5. Mapa Pedológico

O mapa pedológico iniciou-se com a análise do mapa pedológico realizado por Oliveira (1999) em escala de 1:500.000, em seguida foram identificadas as principais unidades da área de estudo. O trabalho de campo permitiu identificar a relação dos diferentes tipos de solo *in situ* com a declividade do relevo. Com isso, foram estabelecidos limites de declividades aos quais cada tipo de solo foram relacionados.

A nomenclatura correta para os tipos de solo foi realizada após as análises de granulometria realizadas no Laboratório de Solos da Escola Politécnica e seguindo o sistema de classificação de solos da Embrapa (2006). As classes de solo do município foram apresentados na Seção 3.7

O Mapa de Declividade desenvolvido em SIG foi essencial para a síntese do mapa pedológico, sucintamente, observaram-se que as sequências de solos mais rasos ocorriam em declividades mais elevadas >20%, enquanto nas porções mais suaves à planas os solos mais desenvolvidos e sedimentos aluviais, quando em drenagens. O Mapa final é apresentado no ANEXO 8.

5.6. Mapa Geológico

Realizou-se a síntese de um mapa geológico preliminar do município de estudo, tomando-se como base:

- Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1:250.000 (UNESP/DAEE (1984));
- Levantamento bibliográfico referente à geologia regional; e
- Aplicação de conceitos de Fotogeologia, em ambiente GIS.

Os conceitos de Fotogeologia são baseados no trabalho de Soares e Fiori (1976) a respeito da fotointerpretação geológica e geomorfológica. Por meio da aplicação da técnica (Op. Cit). A combinação de Ortofotos com Modelos Digitais de Terreno (MDT) serviu como ferramenta para a aplicação adaptada da técnica descrita em ambiente GIS. O mapa geológico preliminar foi aprimorado durante as atividades de campo.

O uso do MDT permite gerar um modelo sombreado do relevo, possibilitando observar suas características geomorfológicas. Realizando-se um *overlay* (sobreposição) entre o Modelo de Relevo Sombreado e uma Ortofoto, a partir da aplicação de uma transparência de um desses, obtém-se uma representação próxima da realidade das características da região.

A partir do mapa geológico regional UNESP/DAEE (1984), observou-se que o município de Oscar Bressane possuía apenas duas formações: Formação Marília e Formação Adamantina, porém este trabalho considera a subdivisão estratigráfica proposta por Fernandes (1998 e 2004), na qual a Formação Adamantina é correlacionada a Formação Vale do Rio do Peixe. O contato entre essas formações é observado em campo

por uma grande quebra no relevo, formando escarpas. Tal feição é bem evidente no Modelo Sombreado, o que permitiu maior precisão ao traçar os contatos entre as formações.

Os sedimentos aluviais foram delimitados a partir da análise mútua entre classes de declividade do mapa de declividade com as Ortofotos, e checagem de campo. Os locais com menor declividade (0-3%), em vales e apresentando grande concentração de bancos de areia e regiões planas, próximas à corpos d'água (meandantes e entrelaçados) foram consideradas como Aluvião.

As atividades de campo foram essenciais para a verificação dos produtos desenvolvidos previamente. Desse modo, a análise dos dados em escritório, possibilitou a síntese final do Mapa Geológico do município de Oscar Bressane (**ANEXO 9**).

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados das avaliações qualitativas dos processos erosivos, utilizando dados estatísticos da distribuição das erosões e sua respectiva área nas diferentes classes do meio físico e das atividades de uso e ocupação do solo.

6.1. Avaliações Qualitativas e Quantitativa das Erosões

Por meio do Mapa de Inventário de Processos Erosivos, realizou-se a avaliação da distribuição de Ravinas e Boçorocas nos diferentes mapas temáticos do meio físico e de uso e ocupação do solo. As ferramentas do *software* SIG utilizado, permitem a intersecção entre os *shapes* de cada mapa, possibilitando a contagem de quantos processos erosivos ocorrem por classe e o grau de suscetibilidade em cada uma.

A área englobada pelos processos erosivos soma um total de 667.594 m², correspondendo a 3% da superfície do município, sendo desses 365.714 m² de erosões classificadas como Boçoroca e 301.880 m² referentes à Ravinas (**Figura 16**).

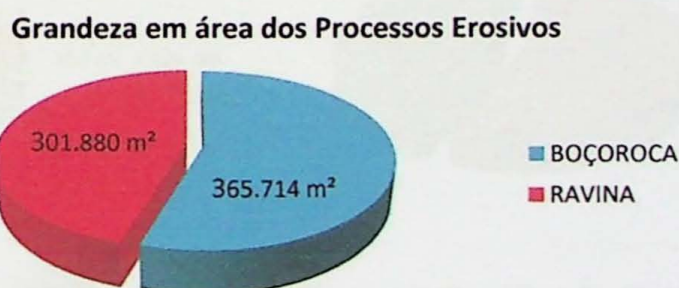


Figura 16. Área (m²) coberta por processos erosivos do tipo boçoroca e ravina.

Erosões por Bacia Hidrográfica

A **Figura 17** permite observar a distribuição dos 380 processos erosivos, fotointerpretados nas Ortofotos da Emplasa (2011), por bacia hidrográfica:

Distribuição das Erosões por Bacia Hidrográfica

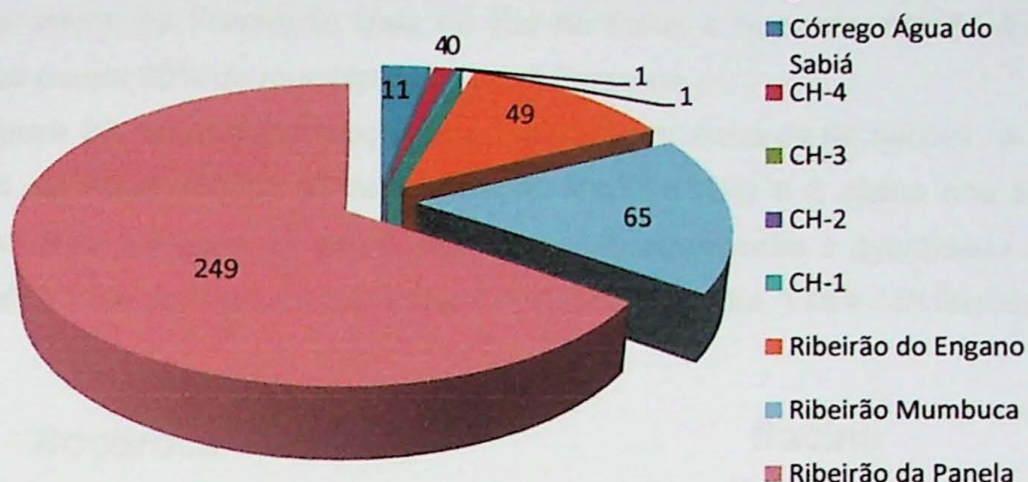


Figura 17. Distribuição dos processos erosivos por bacia hidrográfica.

A análise da distribuição dos processos erosivos indica as bacias hidrográficas mais afetadas. A Bacia do Ribeirão da Panela configura-se como a mais crítica com um total de 249 processos erosivos, seguida pelas Bacias do Ribeirão Mumbuca com 65 erosões, Ribeirão do Engano com 49 e a do Córrego Água do Sabiá. As regiões compreendidas pelos Compartimentos Hidrográficos (CH) apresentaram as menores quantidades de processos erosivos, especialmente o CH-3, ausente de erosões.

Erosões por Formação Geológica

A quantificação dos processos erosivos por formação geológica, **Figura 18 e 19**:

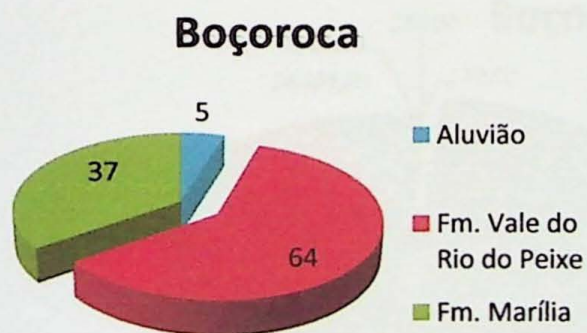


Figura 18. Quantificação de Boçorocas por unidade geológica.

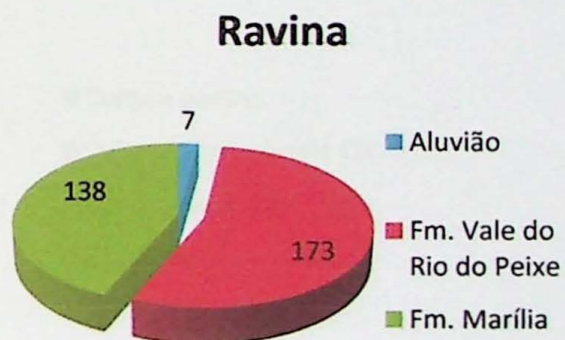


Figura 19. Quantificação de ravinas por unidade geológica.

Antes de analisar individualmente os resultados, é preciso ressaltar que se somados o total de processos erosivo de cada gráfico (106 boçorocas e 318 ravinas) vemos que o resultado supera as 380 erosões previamente identificadas. Isso se dá pela recontagem de um mesmo processo erosivo contido em mais de uma unidade geológica, resultando na diferença de 44 processos erosivos a mais.

A avaliação crítica dos resultados permite observar que a grande concentração de processos erosivos na Formação Vale do Rio do Peixe é coerente, devido à sua vasta extensão que ocupa 80% do município de Oscar Bressane.

A **Figura 20**, referente às boçorocas, indica a ocorrência de 64 feições na Formação Vale do Rio do Peixe (60%), 37 na Formação Marília (35%) e 5 casos nos sedimentos aluviais. Enquanto a **Figura 21** indica uma menor diferença entre a quantidade de ravinas nas Formações Vale do Rio do Peixe e Marília, respectivamente, 173 e 138 feições.

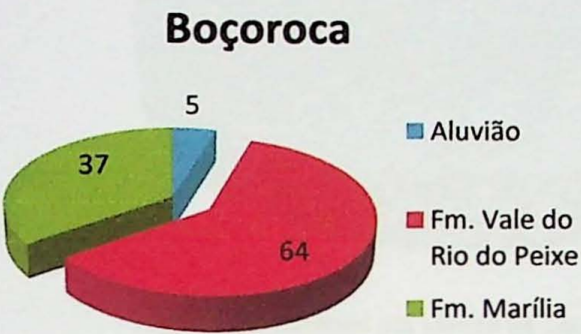


Figura 20. Quantificação de Boçorocas por unidade geológica.

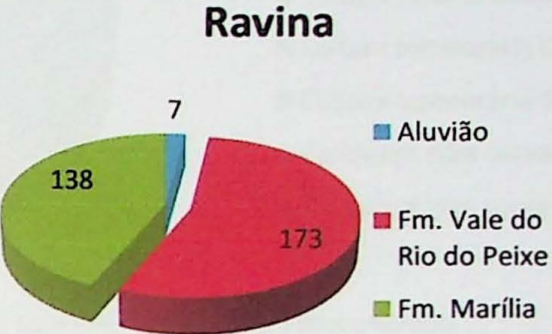


Figura 21. Quantificação de ravinas por unidade geológica.

Erosões por classe de uso do solo

Os dados referentes aos processos erosivos foram interseccionados com o mapa de uso do solo. Obtendo-se as **Figuras 22 e 23**, que fornecem as dimensões em m² dos processos erosivos por classe de uso do solo.



Figura 22. Boçorocas por classe de uso do solo, com valor em área (m²) demonstrado.

A partir da **Figura 22**, constata-se que as áreas utilizadas para pastagens, com ou sem curva de nível, são as atividades mais propícias na geração de boçorocas. Locais classificados como pastos sujos também ocupam um percentual elevado. Nota-se que locais com remanescente florestal apresentam valores elevados que aumentam a pressão sobre esses fragmentos.

É possível observar na **Figura 23** um predomínio de ravinas em pastos sem método conservacionista. Nota-se que as classes de pasto com curva de nível, pasto sujo, campo antrópico e remanescente florestal somam um pouco mais do que um quarto do total em área de ravinas.

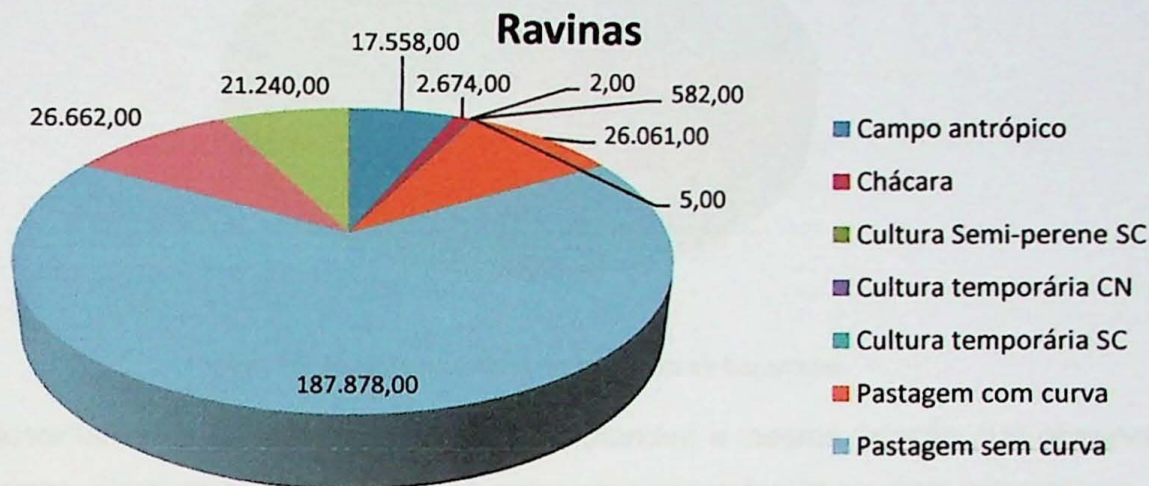


Figura 23. Ravinas por classe de uso do solo, com valor em área (m²) demonstrado.

Erosões por Classe Pedológica

Os gráficos das **Figuras 24 e 25** permitem verificar os diferentes tipos de solo e a concentração dos processos erosivos nesses.

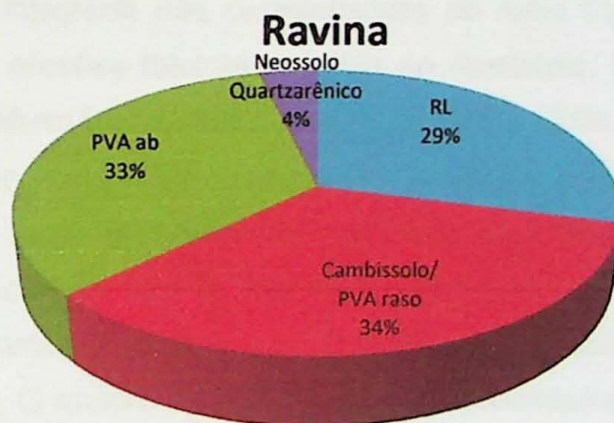


Figura 24. Porcentagem de ravinas nos tipos de solo.

Os dados da **Figura 24** possibilitam identificar que para o desenvolvimento de ravinas, os solos mais rasos (Neossolos litólicos e associações de cambissolos com Argissolos Vermelho-Amarelos rasos) são os que apresentam maiores porcentagens de processos erosivos, um total de 63%. Enquanto 33% ocorrem em Argissolos Vermelho-Amarelos mais desenvolvidos.

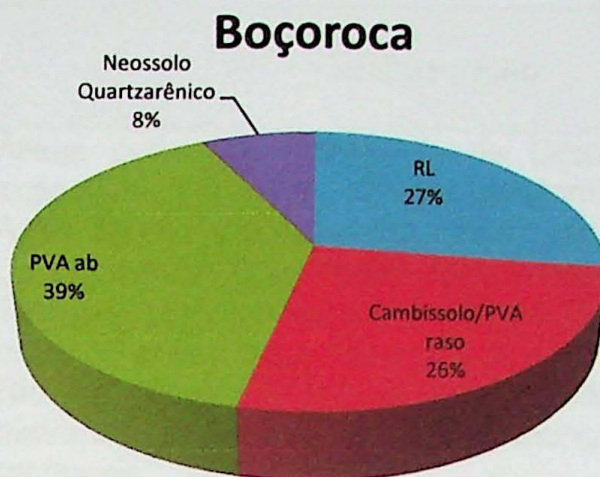


Figura 25. Relação dos tipos de solo com as boçorocas.

O desenvolvimento de boçorocas também mantém a mesma relação que observada para as ravinas. Conforme a **Figura 25**, os solos mais rasos foram os mais expressivos em porcentagem na ocorrência das boçorocas. Além disso, observa-se um significativo acréscimo percentual no Argissolo Vermelho-Amarelo mais desenvolvido.

7. CARTA DE SUSCETIBILIDADE

Classes de Suscetibilidade à Erosão do Município de Oscar Bressane

A partir da análise integrada das características do meio físico associada a uma abordagem qualitativa das erosões fotointerpretadas no município, foram definidas cinco classes de suscetibilidade: Muito Baixa, Baixa, Moderada, Alta e Muito Alta (**ANEXO 10**).

Tendo em vista a importância das escarpas no município, essa feição foi preservada na carta, visando seu uso como referência espacial. Embora em relação à ocorrência de processos erosivos, as escarpas não apresentam propensão ao seu desenvolvimento, porém, considera-se importante ressaltar à possibilidade de ocorrência de quedas de blocos ao longo de suas vertentes. O quadro a seguir, descreve resumidamente as características de cada classe de suscetibilidade à processos erosivos, que serão exploradas a seguir.

Tabela 5. Classes de suscetibilidade à erosão:

Classe de Suscetibilidade à Erosão	Descrição
Muito Alta:	Áreas com Alta densidade de Drenagem, declividades superiores a 40%, Solos predominantemente rasos, Argissolos Vermelho-Amarelos pouco profundos e Cambissolos. Com Muito Alta concentração de erosões lineares, principalmente, ao longo da faixa de transição entre os arenitos da Formação Marília e Formação Vale do Rio do Peixe. Relevo de Morros Altos, com amplitudes elevadas e topos estreitos e alongados e com perfis retilíneos.
Alta:	Áreas com densidade de drenagem Moderada, declividades até 40%, Solos rasos, Argissolos Vermelho-Amarelos pouco profundos e Cambissolos. Com Alta concentração de erosões lineares. Apresenta como arcabouço geológico os arenitos com intercalação de lamitos da Formação Vale do Rio do Peixe. Principalmente ocorrem em vertentes. Relevo de Morros Altos, com amplitudes elevadas e topos estreitos e alongados e com perfis retilíneos.
Moderada:	Áreas com concentração de drenagem entre moderada à alta, declividade entre 20-30% nas porções inferiores e 3-20% nos topos, em relevos de Morrotes, vertentes côncavo-convexas, côncavas e retilíneas. Caracterizada por solos rasos juvenis como Cambissolos e Argissolos Vermelho-Amarelos pouco profundos. Com moderada concentração de erosões lineares. Como arcabouço geológico ocorrem os arenitos com intercalação de lamitos da Formação Vale do Rio do Peixe.
Baixa:	Áreas com baixa concentração de drenagem, declividade até 5%, em topos de Colinas e Morrotes, de topografia suavizada e topos amplos e arredondados. Baixa ocorrência de Erosões lineares. Apresenta solos bem desenvolvidos Argissolos Vermelho-Amarelos abruptos. Como arcabouço geológico ocorrem os arenitos com intercalação de lamitos da Formação Vale do Rio do Peixe.
Muito Baixa:	Áreas de planície aluvial, com declividades até 3%. Com abundância de neossolos quartzarênicos, e litólicos. Apresentam grande aporte sedimentar advindos das erosões nas cabeceiras de drenagem, com regiões assoreadas. Grande possibilidade à erosão de margem.

Classe: Muito Alta

A classe de maior suscetibilidade à erosão se distribui no por 15% do município, entre as cotas de 650 e 450 metros de altitude, sendo a região de maior amplitude do município. Como substrato geológico ocorrem rochas sedimentares da Formação Marília, de coloração creme a avermelhada, com nódulos calcíferos e cimento carbonático, arenitos maciços, imaturos com granulometria de fina a grossa, com estratificação plano paralela, com camadas de aproximadamente um metro de espessura. Esta rocha quando alterada apresenta cores amareladas. Apresenta perfil de alteração variado, desde rocha aflorante, saprólito a solos coluvionares e Cambissolos Litólicos, com baixa espessura (até 1 metro).

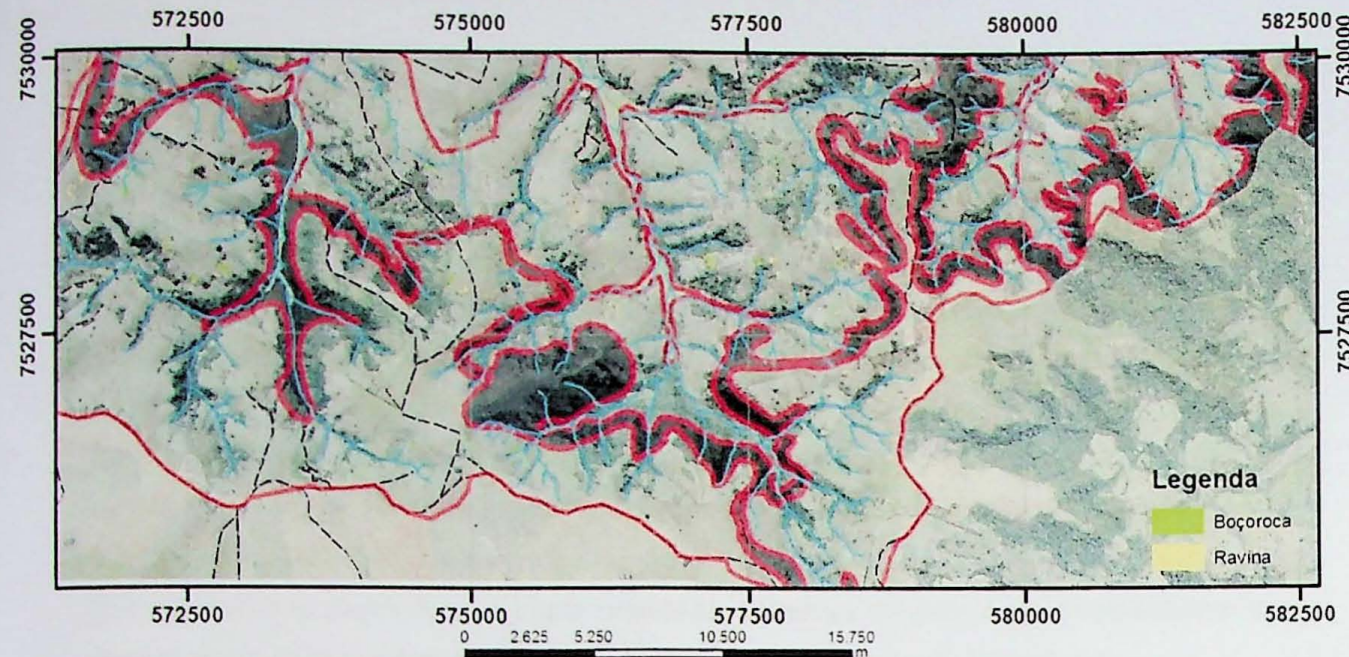
A declividade é elevada na região (superior a 60%) com perfil de encostas retilíneas e topos estreitos e alongados, o que favorece o desenvolvimento e presença dos solos jovens. A densidade de drenagem é muito alta, com rios em padrões dendríticos em vales entalhados e fechados e tropia fortemente orientada. O relevo da área é predominantemente de morros altos com escarpas dividindo sua continuidade.

O uso do solo da região é voltado preferencialmente para pecuária, com pastagens sem métodos preservacionistas e regiões de pasto sujo, em que não foram constatadas nenhum tipo de atividade agropecuária. Também se verifica a presença de faixas de mata nativa próxima às drenagens e fragmentos florestais extensos.

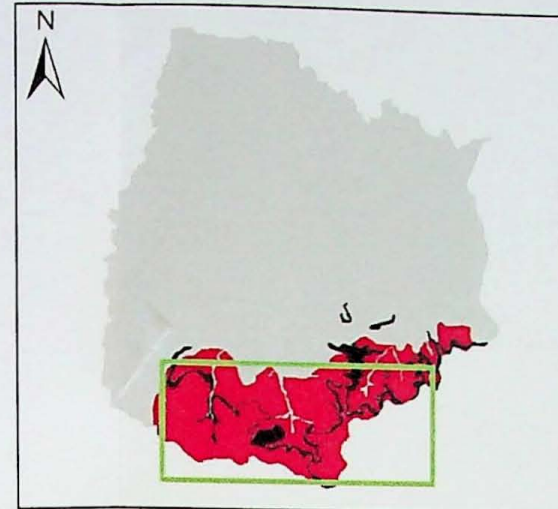
Os processos erosivos ocorrem predominantemente em pastagens sem métodos preservacionistas, desencadeadas por caminhos de gados. Estradas vicinais também apresentam influência na ocorrência de erosões.

A **Prancha 1** sintetiza e ilustra as características do meio físico e do uso e ocupação do solo na unidade descrita.

Suscetibilidade à Erosão: Muito Alta



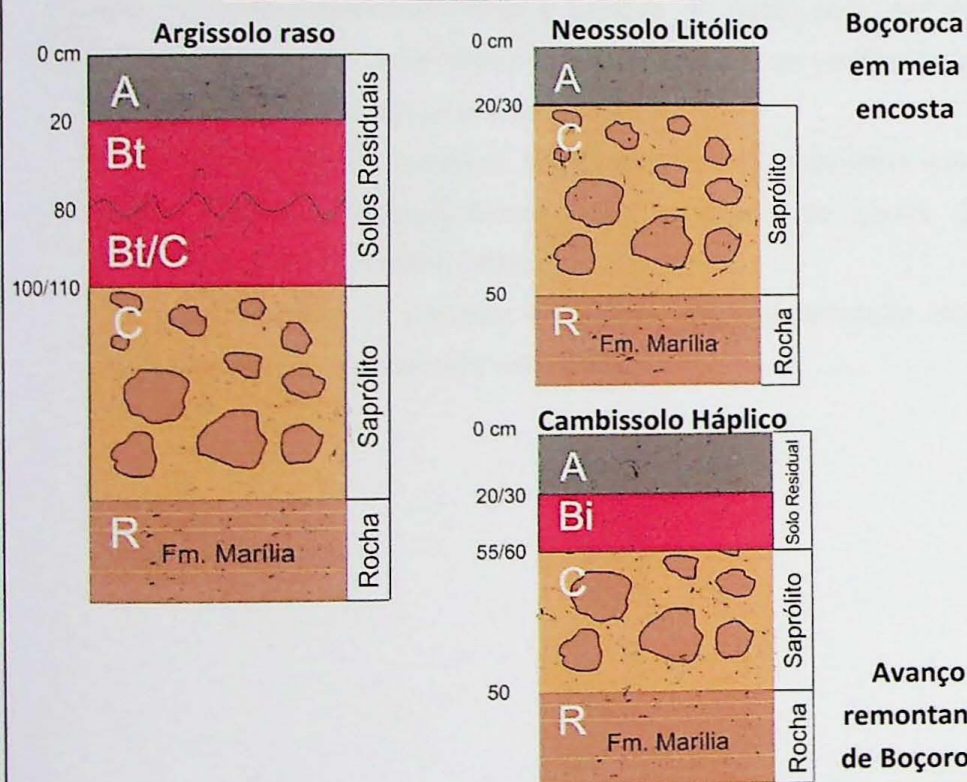
Localização:



Vista Panorâmica



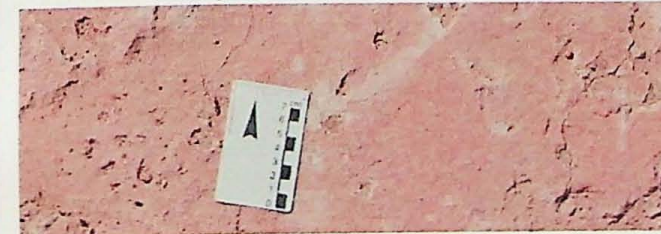
Perfil de Alteração/Intemperismo



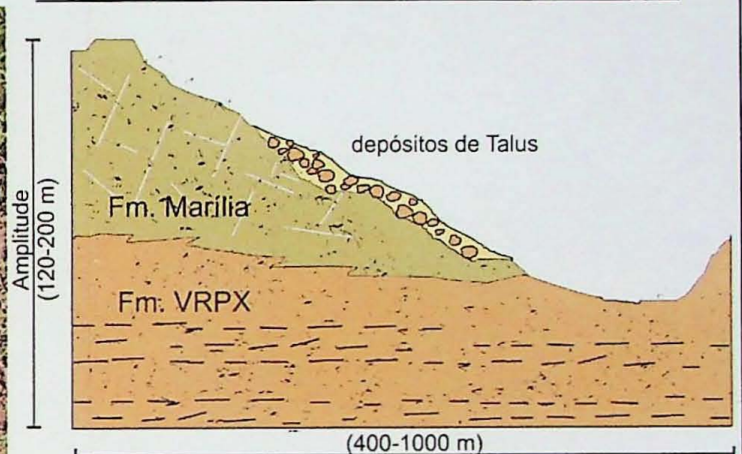
Neossolo Litólico



Arenito Formação Marília com nódulos carbonáticos



Seção Esquemática do Relevo e Substrato Geológico



Suscetibilidade à Erosão: MUITO ALTA	Densidade Textural (drenagem e relevo)	Altitude/Amplitude do relevo	Declividade média (%)	Perfil das Encostas	Forma dos Topos	Forma dos Vales	Tropia
	Muito Alta	160 a 200 m	Até 120%	Retilíneos	Estreitos e Alongados	Vales Fechados	Orientada
Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo	Áreas de poucas culturas e pastagens com e sem métodos preservacionistas, e grande quantidade de áreas de pasto sujo. Remanescente florestal acompanhando drenagens e grandes zonas de concentração nas encostas. Nascentes expostas à pisoteio de gado.				Registro de Processos Erosivos	Registro de sulcos, ravinas e boçorocas em setores de meia encosta, associados a escoamento superficial concentrado e grande potencial de transporte de sedimentos.	
Descrição de Campo	Arenitos da Formação Marília Relevo de Morros Altos com Argissolos Vermelho-Amarelos rasos, Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos. Rocha predominantemente muito alterada (saprólito).						



Trabalho de Formatura:
EROSÕES NO MUNICÍPIO DE OSCAR BRESSANE A PARTIR DE ANÁLISE INTEGRADA DO MEIO FÍSICO, OSCAR BRESSANE, (SP)

PRANCHA 1: Síntese das características da Unidade de Muito Alta Suscetibilidade à Erosão

Aluno: Érick Correia Mota
Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato
Co-Orientador: Me. Zeno Hellmeister Júnior

Classe: Alta

A faixa de Alta suscetibilidade à erosão ocupa uma área equivalente a 18 % de Oscar Bressane. Caracterizada por relevo de Morros Altos, em declividades superiores a 30% e amplitudes máximas de 200 metros, com perfis de encosta predominantemente convexas.

A formação Vale do Rio do Peixe (Fm. VRPX) é dominante nesta classe, com seus arenitos finos a muito finos intercalados com camadas lamíticas, com coloração variando de bege amarronzada a avermelhada, reliquiariamente apresentando rizólitos e nódulos carbonáticos. Estratificação plano paralela e localmente com estratificações cruzadas tangenciais na base. Predominantemente os arenitos alterados, apresentam-se incoesos.

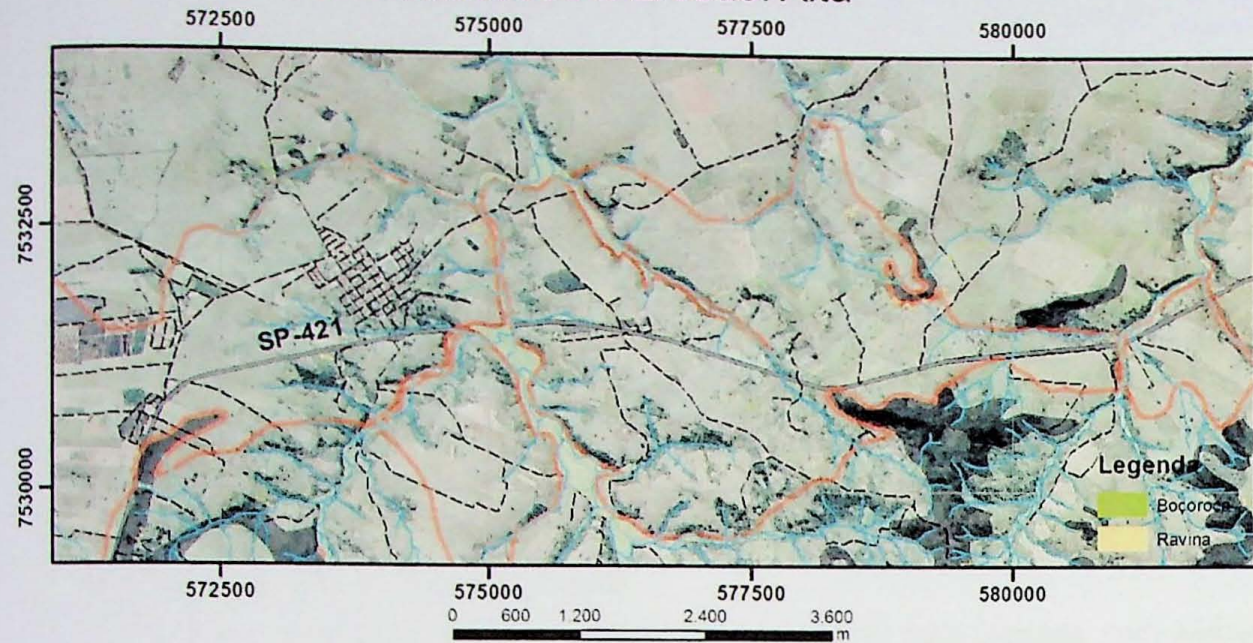
A densidade de drenagem na região é moderada em vales talhados e fechados, com rios em padrões dendríticos e tropia orientada. O relevo da área é predominantemente de Morros Altos, com testemunhos da Fm. Marília e uma unidade de Morrote Alto.

O uso do solo da região é voltado preferencialmente para pecuária, com pastagens sem métodos preservacionistas e regiões de pasto sujo, em que não foram constatadas nenhum tipo de atividade agropecuária. Também se verifica a presença de faixas de mata nativa próxima às drenagens e em encostas.

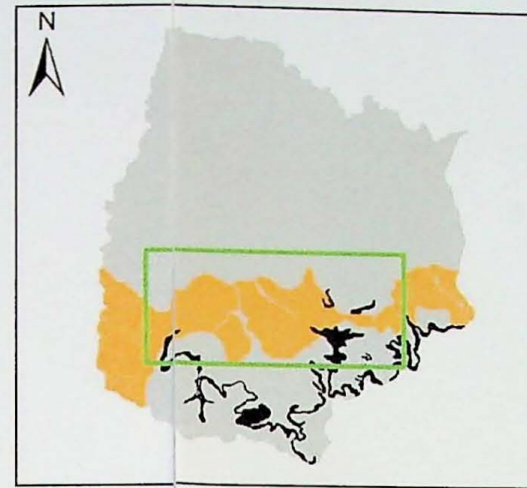
Os processos erosivos ocorrem predominantemente em pastagens sem métodos preservacionistas, desencadeadas por caminhos de gados. Estradas vicinais também apresentam influência na ocorrência de erosões.

A **Prancha 2** sintetiza e ilustra as características do meio físico e do uso e ocupação do solo na unidade descrita.

Suscetibilidade à Erosão: Alta



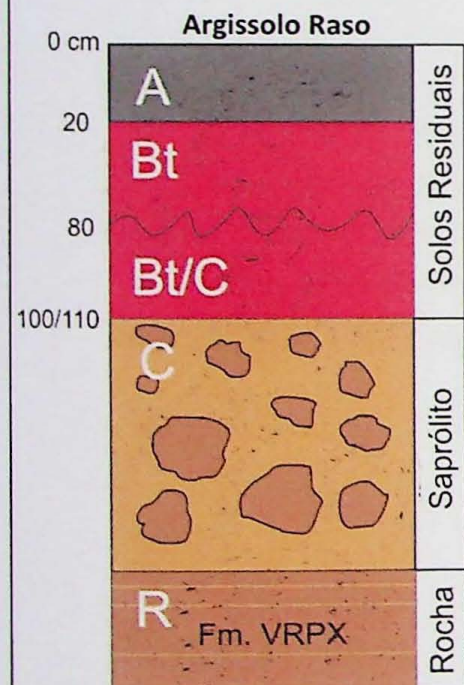
Localização:



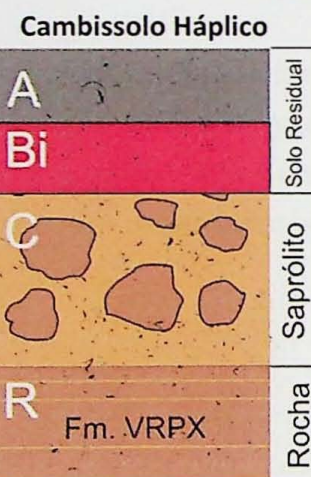
Vista Panorâmica



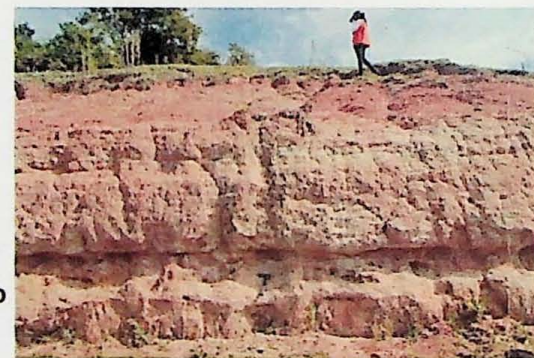
Perfil de Alteração/Intemperismo



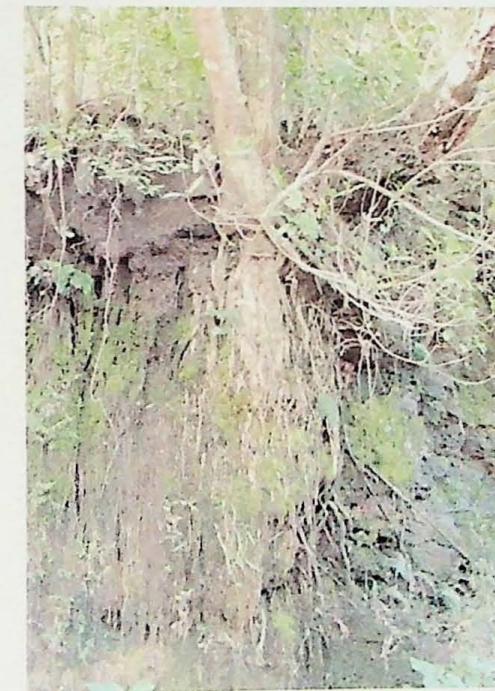
Boçoroca
Próximo à
Rodovia



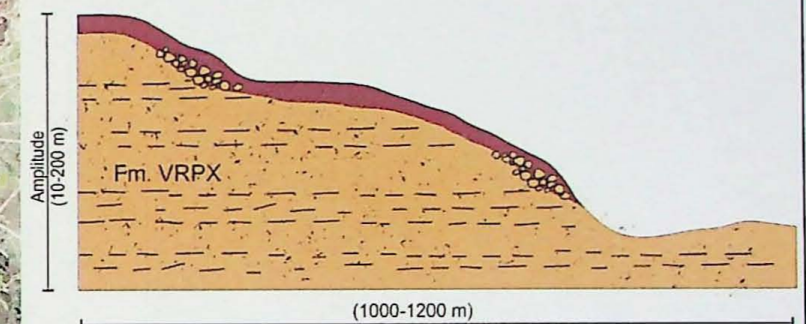
Formação
Vale do Rio
do Peixe



Perfil de Cambissolo Háplico



Seção Esquemática do Relevo e Substrato Geológico



Suscetibilidade à Erosão: ALTA	Densidade Textural (drenagem e relevo)	Altitude/Amplitude do relevo	Declividade média (%)	Perfil das Encostas	Forma dos Topos	Forma dos Vales	Tropia
	Moderada	110 a 200 m	>30%	Convexas	Estreitos e Alongados	Entalhados e fechados	Orientada
Dinâmica de Uso e Ocupação do Solo	Domínio de áreas de pastagens com poucas culturas. Vegetação nativa restrita a faixas ao longo dos cursos d'água.				Registro de Processos Erosivos	Registro de muitos processos lineares (sulcos, ravinas e boçorocas) de grande dimensão em cabeceiras de drenagem com relação direta a intervenções viárias e atividades de agropecuária.	
Descrição de Campo	Arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe Relevo em Morros Altos com Argissolos Vermelho-Amarelos rasos e Cambissolos Háplicos. Rocha predominantemente muito alterada (saprólito).						

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLOGICAS

Trabalho de Formatura:
EROSÕES NO MUNICÍPIO DE OSCAR BRESSANE A PARTIR DE ANÁLISE INTEGRADA DO MEIO FÍSICO, OSCAR BRESSANE, (SP)

PRANCHA 2: Síntese das características da Unidade de Alta Suscetibilidade à Erosão

Aluno: Erick Correia Mota
Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato
Co-Orientador: Me. Zeno Hellmeister Júnior

Classe: Moderada

A região classificada como de moderada suscetibilidade a erosão ocupa aproximadamente 17 % do município. Ocorre principalmente ao longo de encostas de perfil retilíneo a convexo, com declividade de até 30% e amplitudes variando entre 20 e 90 metros, em relevos de Morrotes e Morrotes Altos, apresentando topos amplos e alongados. Região com baixa densidade de drenagem em vales fechados.

A Fm. VRPX é dominante nesta classe, com seus arenitos finos a muito finos intercalados com camadas lamíticas, reliquiariamente apresentando rizólitos e nódulos carbonáticos. Estratificação plano paralela e localmente com estratificações cruzadas tangenciais na base. Predominantemente os arenitos ocorrem bem alterados (saprólitos) e apresentam-se pouco coesos à incoesos.

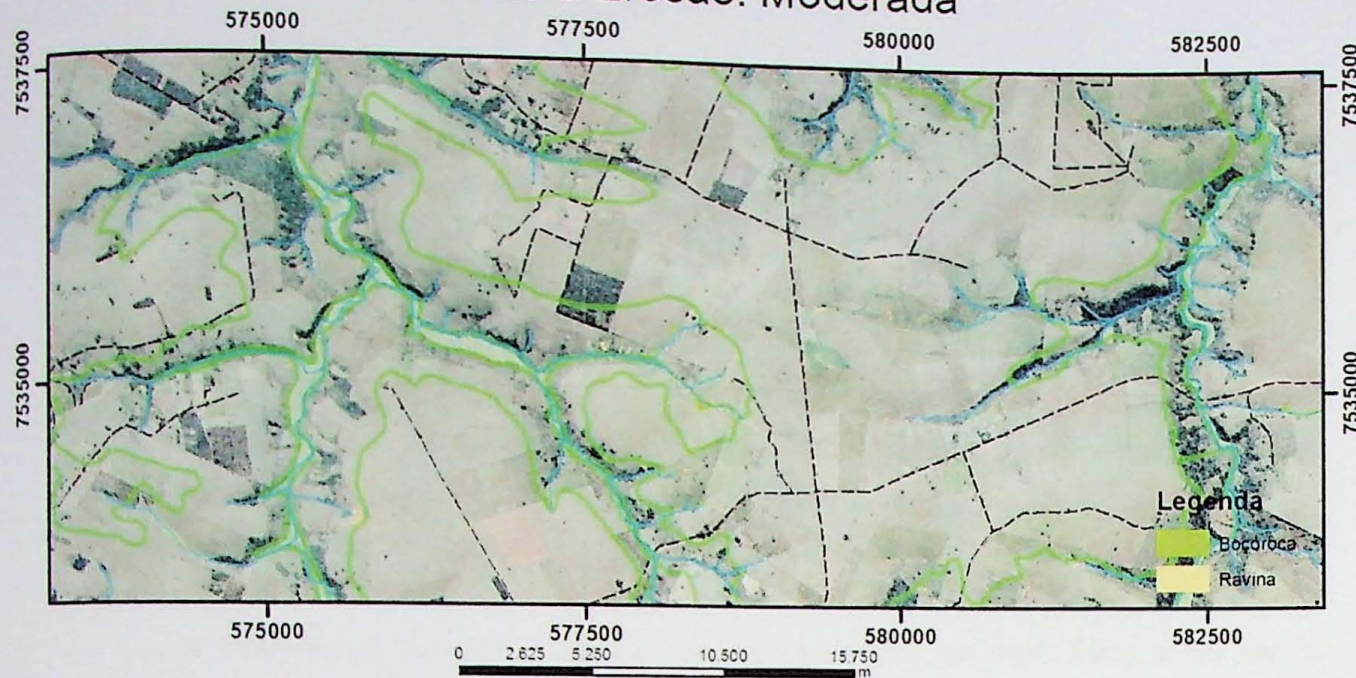
O uso do solo da região é voltado preferencialmente para pecuária, com pastagens sem métodos preservacionistas e alguns locais de pasto sujo. Verifica-se baixa presença de faixas de mata nativa próxima às drenagens.

Os solos presentes nesta região são em sua maioria Argissolos Vermelho-Amarelos rasos e associações de Cambissolo Háplico, devido à declividade moderada à acentuada do relevo.

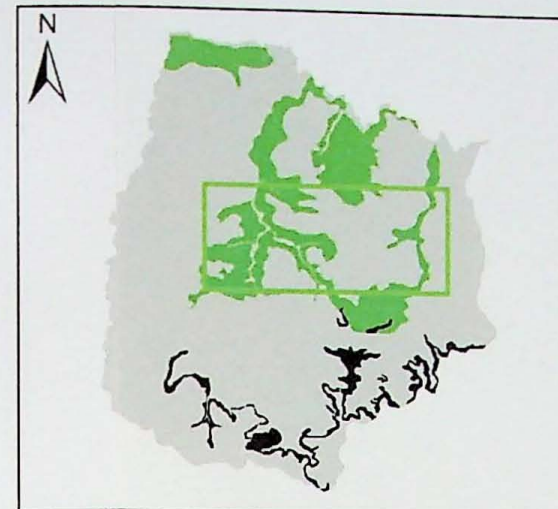
Os processos erosivos fotointerpretados nesta unidade ocorrem preferencialmente em cabeceira de drenagem e em áreas com mudança radical da declividade da encosta, marcada pelo contato a unidade de baixa suscetibilidade à erosão.

A **Prancha 3** sintetiza e ilustra as características do meio físico e do uso e ocupação do solo na unidade descrita.

Suscetibilidade à Erosão: Moderada



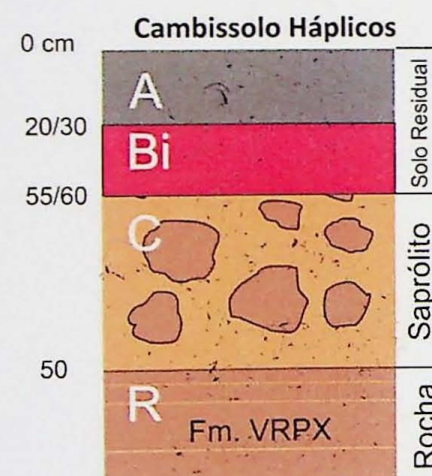
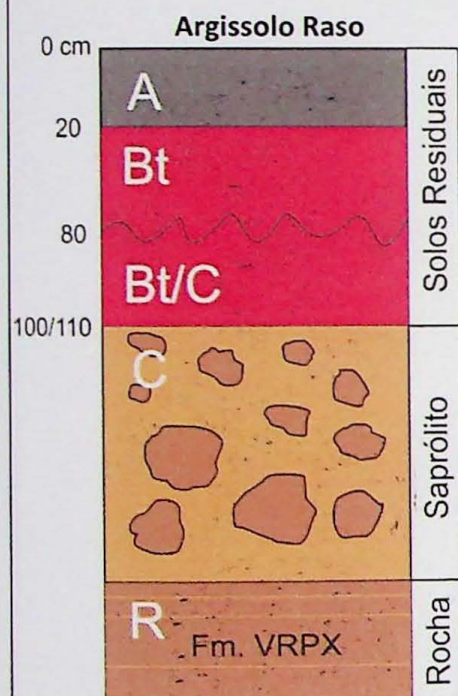
Localização:



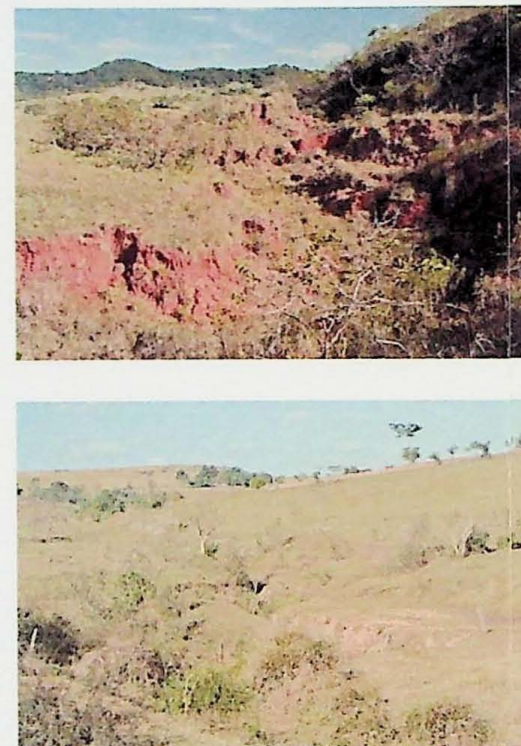
Vista Panorâmica



Perfil de Alteração/Intemperismo



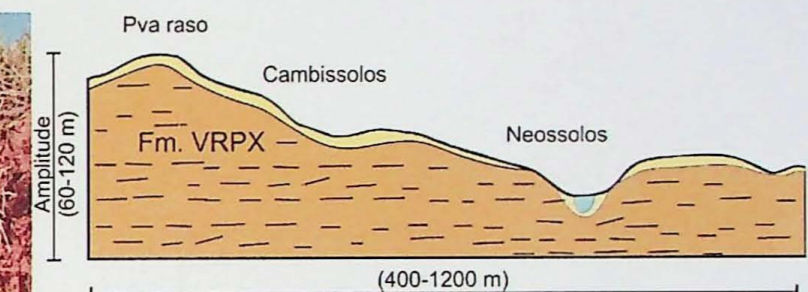
Ravinas em área de pastagem



Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo



Seção Esquemática do Relevo e Substrato Geológico



Suscetibilidade à Erosão: MODERADA	Densidade Textural (drenagem e relevo)	Altitude/Amplitude do relevo	Declividade média (%)	Perfil das Encostas	Forna dos Topos	Forma dos Vales	Tropia
	Baixa	20 a 90 m	Até 30%	Retilíneo à Convexo	Ampls e Alongados	Fechados	Não Orientada
Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo	Domínio de áreas de pastagens. Vegetação nativa muito restrita a faixas ao longo dos cursos d'água (mata ciliar).				Registo de Processos Erosivos	Registro de processos lineares, sulcos, ravinas e boçorocas, algumas de grande dimensão, predominantemente em cabeceiras de drenagem. Relação direta a intervenções viárias e atividades de agropecuária.	
Descrição de Campo	Arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe Relevo em Morrotes e Morrotes Altos com Argissolos Vermelho-Amarelos rasos e Cambissolos Háplicos. Rocha predominantemente muito alterada (saprólito).						



Trabalho de Formatura:
EROSÕES NO MUNICÍPIO DE OSCAR BRESSANE A PARTIR DE ANÁLISE INTEGRADA DO MEIO FÍSICO, OSCAR BRESSANE, (SP)
PRANCHA 3: Síntese das características da Unidade de Moderada Suscetibilidade à Erosão
 Aluno: Érick Correia Mota
 Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato
 Co-Orientador: Me. Zeno Hellmeister Júnior

Classe: Baixa

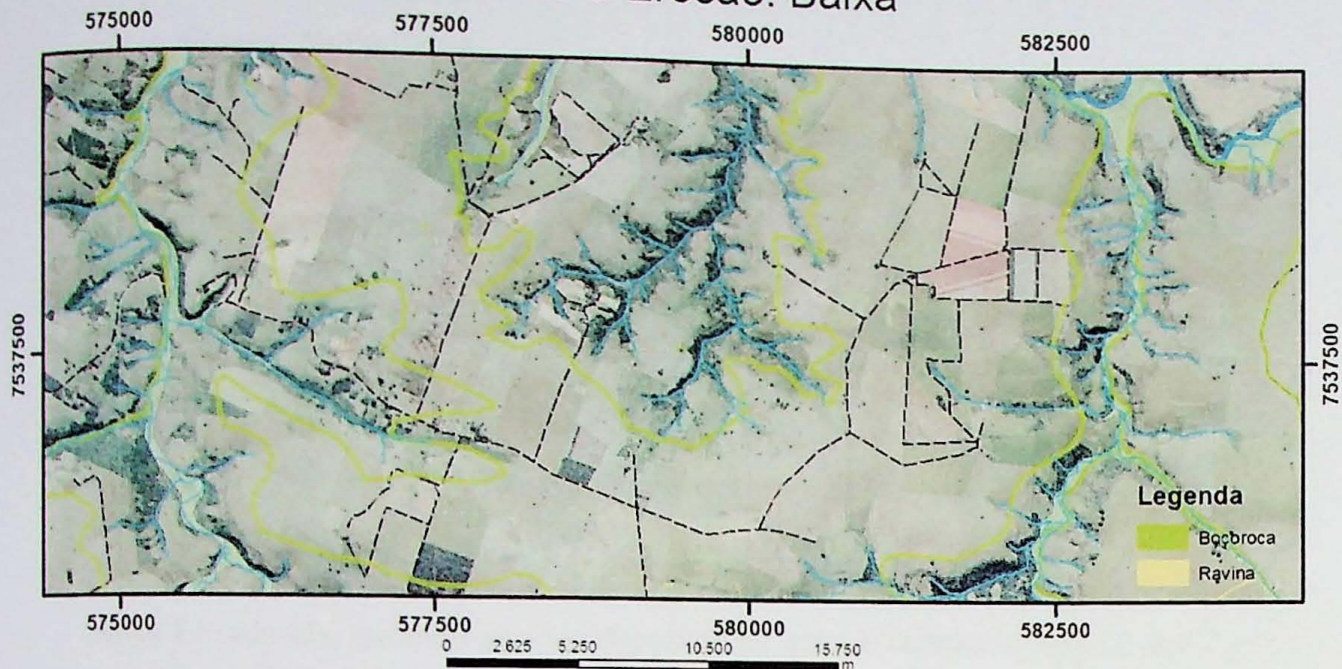
O relevo desta unidade é caracterizado por relevos Colinosos e de Morrotes, com topos amplos, suaves e alongados com declividades baixas, menores do que 20%, apresentando amplitudes de relevo de 20 a 70 metros. O perfil das encostas variam em retilíneos e convexos, com vales fechados. A classe de suscetibilidade Baixa ocupa o equivalente a 42% da área do município.

A formação Vale do Rio do Peixe ocorre em toda a unidade, caracterizados por arenitos muito alterados, finos a muito finos, bege amarronzados com estratificações planas paralelas, reliquiariamente com rizólitos e nódulos carbonáticos.

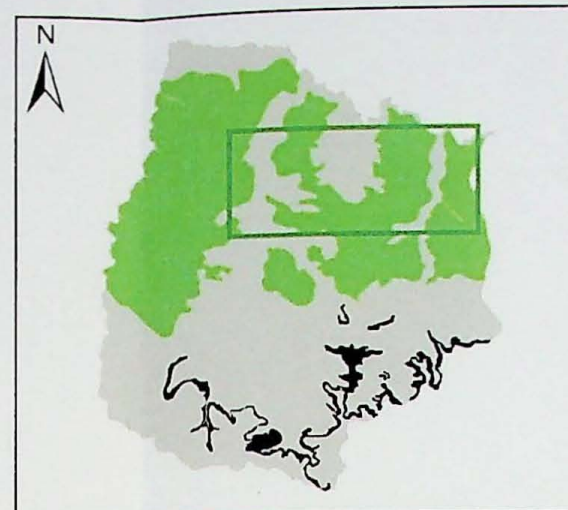
Os solos nesta região são bem desenvolvidos, caracterizados por Argissolos Vermelho-Amarelos abruptos, com espessuras superiores a quatro metros.

A **Prancha 4** sintetiza e ilustra as características do meio físico e do uso e ocupação do solo na unidade descrita.

Suscetibilidade à Erosão: Baixa



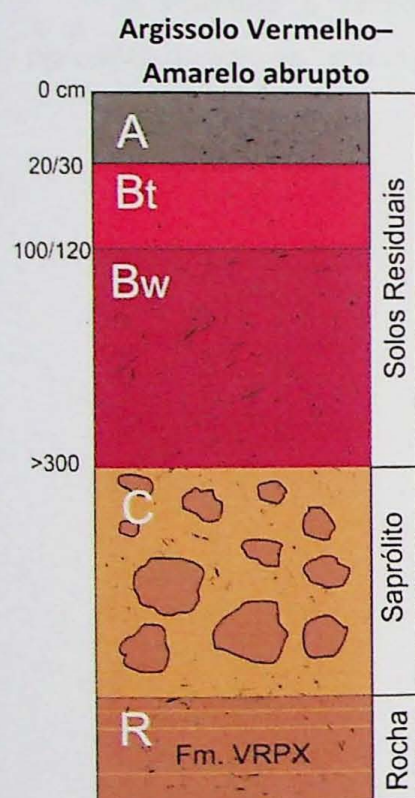
Localização:



Vista Panorâmica



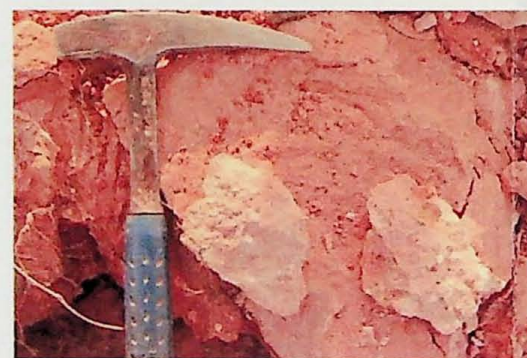
Perfil de Alteração/Intemperismo



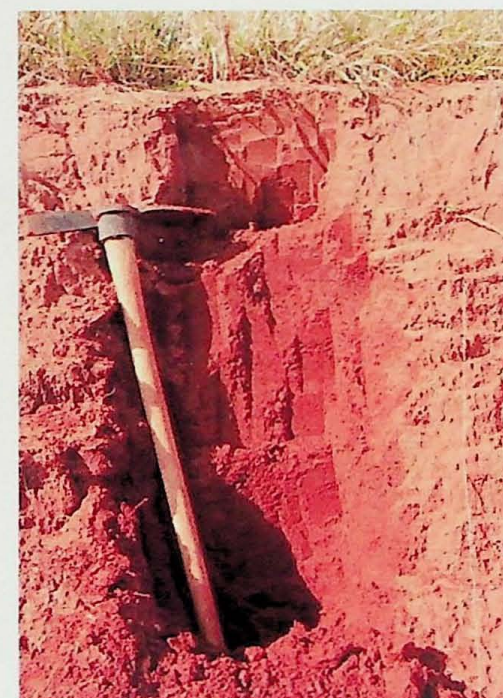
Argissolos em relevo de colina



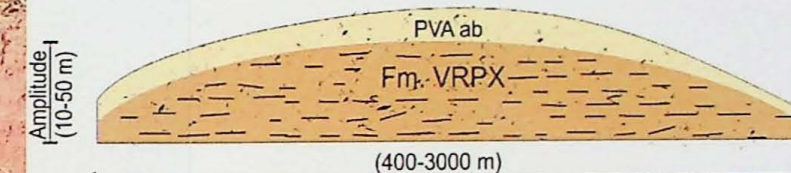
Arenito muito alterado Fm. Vale do Rio do Peixe



Perfil de Argissolo Vermelho Amarelo



Seção Esquemática do Relevo e Substrato Geológico



Suscetibilidade à Erosão: BAIXA	Densidade Textural (drenagem e relevo)	Altitude/Amplitude do relevo	Declividade média (%)	Perfil das Encostas	Forma dos Topos	Forma dos Vales	Tropia
	Baixa	20 a 70 m	Até 20%	Retilíneo à Convexo	Amplos, suaves e Alongados.	Fechados	Não Orientada
Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo	Domínio de áreas de pastagens e de uso agrícola para culturas perenes e semi-perenes, em sua maioria aplicando métodos preservacionistas (curvas de nível). Vegetação nativa restrita a faixas ao longo dos cursos d'água.				Registro de Processos Erosivos	Registro de poucos processos lineares, relacionados à intervenções viárias e atividades de agropecuária.	
Descrição de Campo	Arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe Relevo em Morrotes e Colinas com Argissolos Vermelho-Amarelos bem desenvolvidos. Rocha predominantemente muito alterada (saprólito).						

ipt
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

Trabalho de Formatura:
EROSÕES NO MUNICÍPIO DE OSCAR BRESSANE A PARTIR DE ANÁLISE INTEGRADA DO MEIO FÍSICO, OSCAR BRESSANE, (SP)

PRANCHA 4: Síntese das características da Unidade de Baixa Suscetibilidade à Erosão

Aluno: Érick Correia Mota
Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato
Co-Orientador: Me. Zeno Hellmeister Júnior

Classe: Muito Baixa

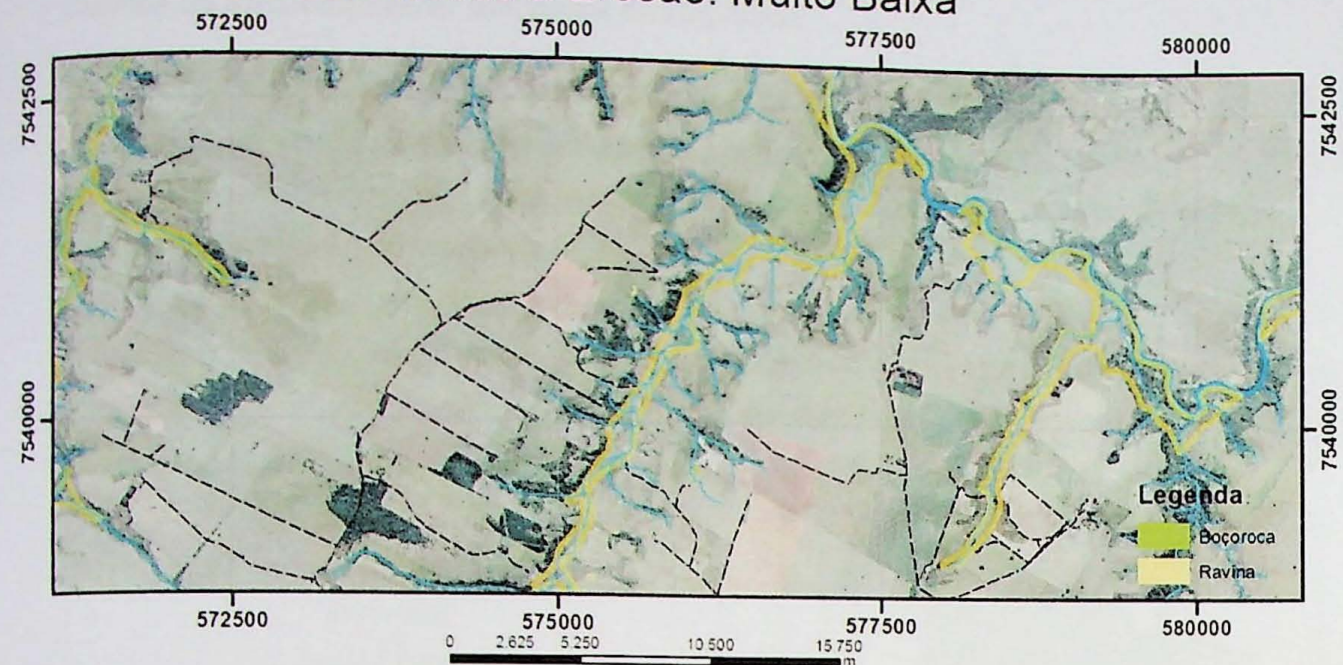
Os locais interpretados como de classe muito baixa à ocorrência de processos erosivos são as planícies aluviais, com solos hidromórficos, com argila e material arenoso. Ocorrem afloramentos das formações Vale do Rio Peixe e Marília, ambas muito alteradas. A declividade nestes locais varia de 0 a 15% em vales abertos. Estende-se por aproximadamente 4% do território de Oscar Bressane.

Ao longo das margens ocorre pouca mata ciliar, preferencialmente em faixas curtas. Verificam-se muitos locais com ausência de mata ciliar, expostas ao pisoteio de gado. O uso do solo nas proximidades das drenagens é bem variável, havendo pastagens, culturas temporárias e semiperenes.

Devido ao grande aporte sedimentar nas drenagens, a capacidade de transporte delas foi reduzida, gerando grandes depósitos de areia e consequentemente processos de assoreamento. Com isso, são induzidos processos de erosões de margem das drenagens.

A **Prancha 5** sintetiza e ilustra as características do meio físico e do uso e ocupação do solo na unidade descrita.

Suscetibilidade à Erosão: Muito Baixa



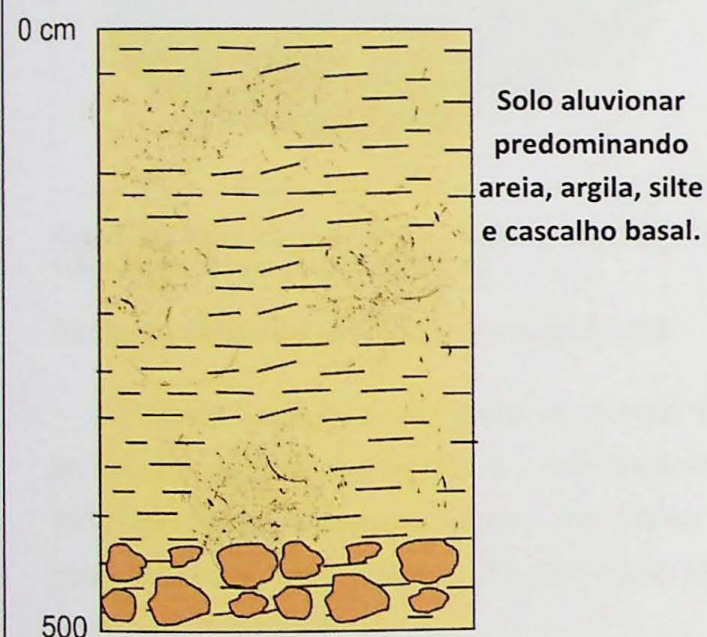
Localização:



Vista Panorâmica



Perfil de Alteração/Intemperismo



Drenagem
assoreada com
pouca mata ciliar



Drenagem
assoreada e erosão
de margem. Solos:
Neossolos Flúvicos
e Neossolos
Quartzarênicos
Hidromórficos

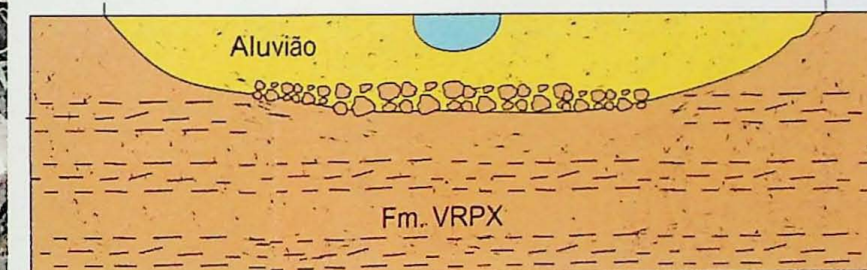


Neossolo Litólico

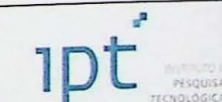


Seção Esquemática do Relevo e Substrato Geológico

(100-200 m)



Suscetibilidade à Erosão:	Densidade Textural (drenagem e relevo)	Altitude/Amplitude do relevo	Declividade média (%)	Perfil das Encostas	Forma dos Topos	Forma dos Vales	Tropia
MUITO BAIXA	Baixa	<100 m	0- 15%	-	-	Abertos	Orientada
Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo	Áreas com pouca ou nenhuma mata ciliar. Drenagens com trechos expostos à atividades agrícolas, observação de pisoteio de gados em nascentes.				Registro de Processos Erosivos	Registro de poucos processos lineares, ocorrência de erosões de margem e elevado grau de assoreamento das drenagens.	
Descrição de Campo	Arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe Planícies Aluviais, baixos, planos, junto às margens das drenagens, com Neossolos: Lit. e Quartzarênicos Hidromórf. e Flúvicos; Gleissolos. Rocha muito alterada (saprólito).						



Trabalho de Formatura:

EROSÕES NO MUNICÍPIO DE OSCAR BRESSANE A PARTIR DE ANÁLISE INTEGRADA DO MEIO FÍSICO, OSCAR BRESSANE, (SP)

PRANCHA 5: Síntese das características da Unidade de Muito Baixa Suscetibilidade à Erosão

Aluno: Érick Correia Mota

Orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato

Co-Orientador: Me. Zeno Hellmeister Júnior

Classes de Suscetibilidade por Bacia hidrográfica

Com o propósito de analisar isoladamente a suscetibilidade à erosão por bacia hidrográfica e visando verificar a condição de cada uma delas, a seguir serão apresentadas as porcentagens de cada classe de suscetibilidade nas bacias e sua distribuição espacial.

Bacia do Córrego Água do Sabiá

Nesta bacia, não ocorrem as classes de suscetibilidade Alta e Muito Alta, sendo 62% de sua área classificada como de moderada e 37% de Baixa (**Figura 26 a**). Observa-se na **Figura 26 b** que uma faixa restrita da Bacia apresenta as condições de suscetibilidade baixa, que são nas porções mais suaves topograficamente.

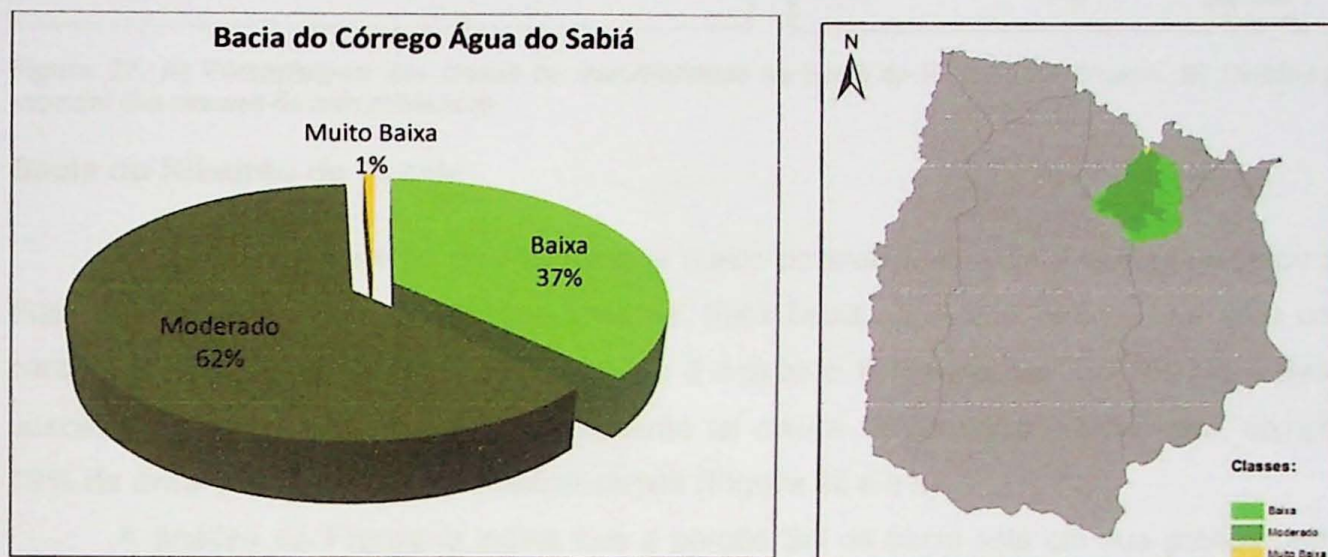


Figura 26. A) Porcentagem das classes de suscetibilidade na Bacia do Córrego do Sabiá. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade.

Bacia do Ribeirão do Engano ou do Frutal

Nesta bacia ocorrem todas as classes de suscetibilidade à erosão, sendo em menos do que 1% a classe moderada e a presença de escarpas na área da bacia. Observa-se que 68% da bacia apresenta classe de Baixa à Muito baixa suscetibilidade e 30% de suscetibilidade Alta. Apenas 2% da bacia estão inseridas na classe de suscetibilidade moderada (**Figura 27 a**).

Nessa Bacia é marcante o domínio das características de suscetibilidade baixa ao longo de dois terços. Embora seja uma região com uso intensivo de pastagens sem utilização de métodos conservacionistas, as condições físicas do meio resistem ao desenvolvimento de erosões, principalmente em decorrência da espessura dos solos e das condições geomorfológicas com baixas declividades e amplitudes.

A região Sul, insere-se em um contexto geomorfológico mais susceptível ao desenvolvimento de processos erosivos, em decorrência de solos menos desenvolvidos devido as moderadas e elevadas amplitudes e declividades presentes nessa região do município.

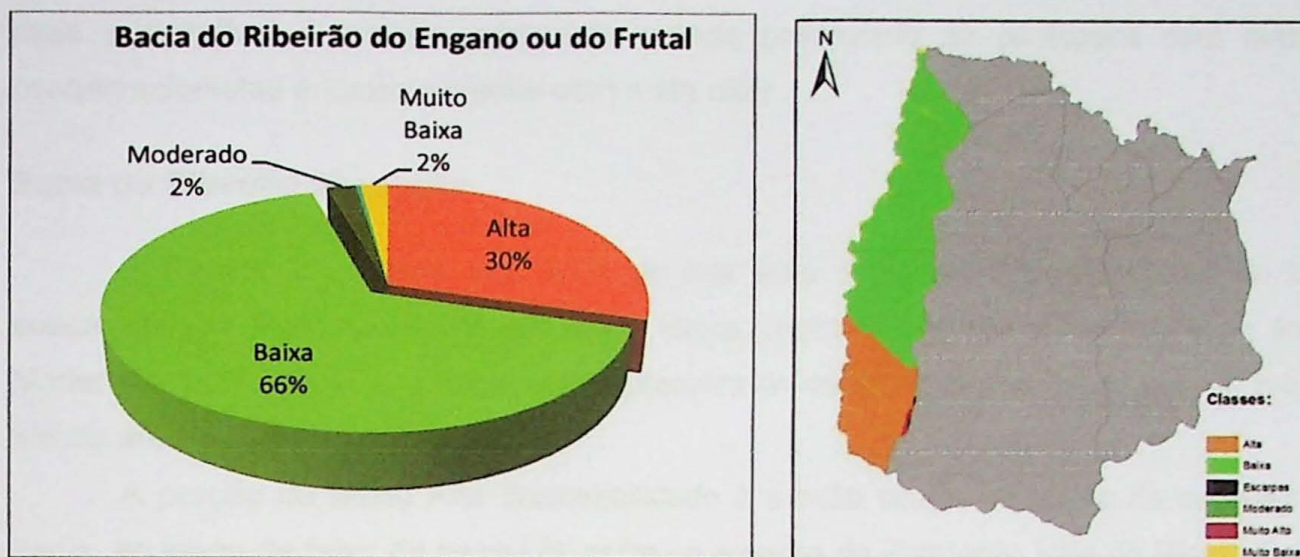


Figura 27. A) Porcentagem das classe de suscetibilidade na Bacia do Ribeirão do Engano. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade.

Bacia do Ribeirão da Panela

A Bacia do Ribeirão da Panela é a maior do município e foi a que apresentou as maiores concentrações de erosões lineares. Essa bacia apresenta 26% de sua área com características de suscetibilidade Muito Alta à erosão e 19% para Alta. Em relação a Baixa suscetibilidade, 31% do município apresenta tal classe. Muito baixa e Moderada, compõe 19% da área e 5% da região possui escarpas (**Figura 28 a e b**).

A análise da **Figura b** indica que a porção Sul da bacia está em sua grande parte, inserida na classe de suscetibilidade à erosão Muito Alta, ocorrendo nessa porção grande concentração de drenagem e amplitudes topográficas muito altas, com presença expressiva de escarpas. As condições de suscetibilidade variam em direção ao sul, com a suavização do relevo.

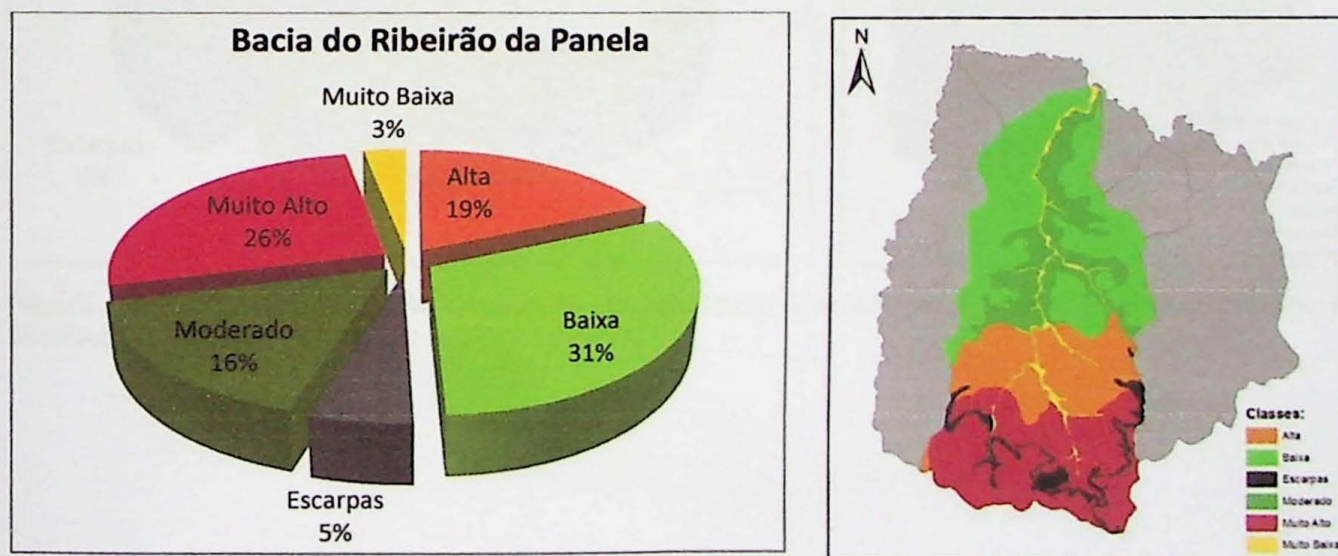


Figura 28. A) Porcentagem das classes de suscetibilidade à erosão na Bacia do Ribeirão da Panela. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade na Bacia.

O uso do solo ao longo de toda a bacia é predominantemente de pastagens sem método conservacionista, com uma porção a jusante de uso de curvas de nível. A região

mais susceptível à erosão apresenta grande predomínio de pastagens sem métodos conservacionistas e locais isolados com mata ciliar.

Bacia do Ribeirão Mumbuca

A **Figura 27** mostra que 43% de sua área estão inseridas na classe de baixa suscetibilidade à erosão e 3% em Muito Baixa. Muito Alta e Alta somam 32% da área e Moderada 14%. Nota-se a presença expressiva de escarpas nessa bacia, em um total de 8% da área do município.

A porção de Muito Alta Suscetibilidade à erosão ocorre na região de cabeceira da bacia, ao longo da faixa de transição entre os arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe e Formação Marília, marcado pelo relevo de morros altos e elevada densidade de drenagem em solos rasos.

A porção de suscetibilidade Alta segue uma faixa mais estreita, ao longo do domínio dos arenitos da Fm. VRPX, e em relevo com declividades e amplitudes menores. Observa-se que a região de Baixa suscetibilidade apresenta uma geometria mais aberta, na qual há o domínio de relevos mais suaves com declividades baixas, havendo nas encostas da porção oeste do Ribeirão Mumbuca uma declividade maior em conjunto com a amplitude, caracterizando a porção de suscetibilidade Moderada (**Figura 27 b**).

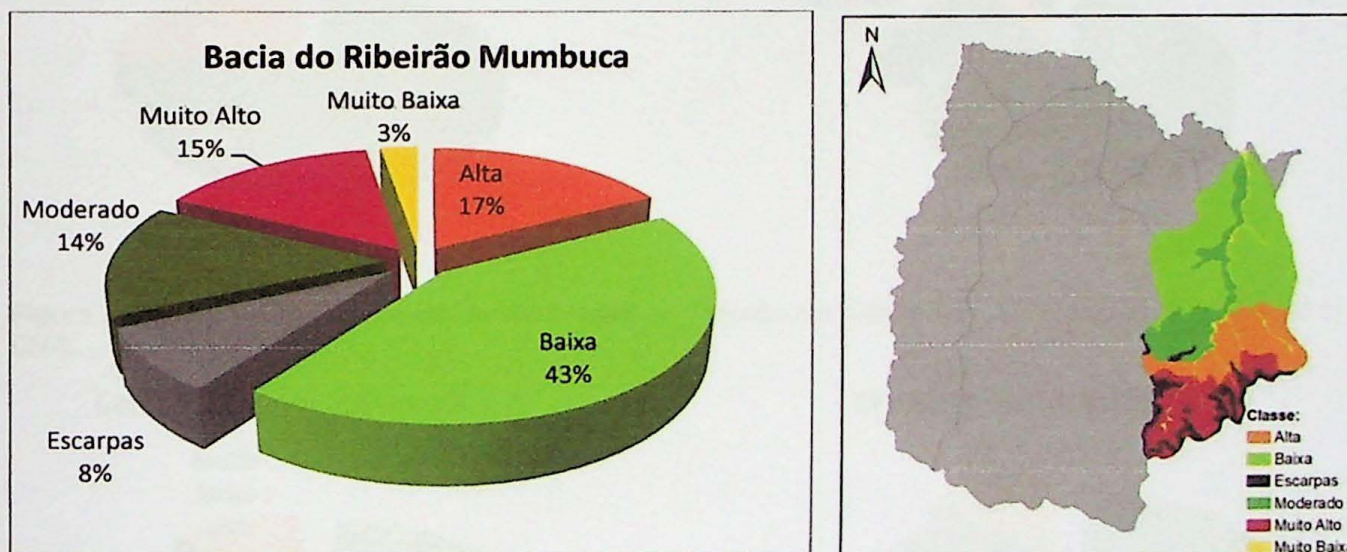


Figura 29. A) Porcentagem de classes de suscetibilidade à erosão na Bacia do Ribeirão Mumbuca. B) Distribuição espacial das classes de suscetibilidade.

Compartimentos Hidrográficos

Os compartimentos hidrográficos no município não apresentam classes de suscetibilidade Alta e Muito Alta, sendo dominantes as Classe Baixa e Moderada (**Figura 30**). Os CH-1 e CH-2 (**Figura 31 a e b**) são predominantemente de baixa suscetibilidade à erosão. Para os CH-3 e CH-4 (**Figura 32 a e b**), a maior ocorrência das classes de suscetibilidade Moderada, entre 45% e 48% e um aumento da classe muito baixa em relação aos CH anteriores.

O aporte sedimentar nessas bacias é bem intenso, evidenciados por meio da grande concentração de bancos de areias ao longo das drenagens e ao desaguar no rio do Peixe. Os sedimentos são decorrentes dos processos erosivos que ocorrem a montante.

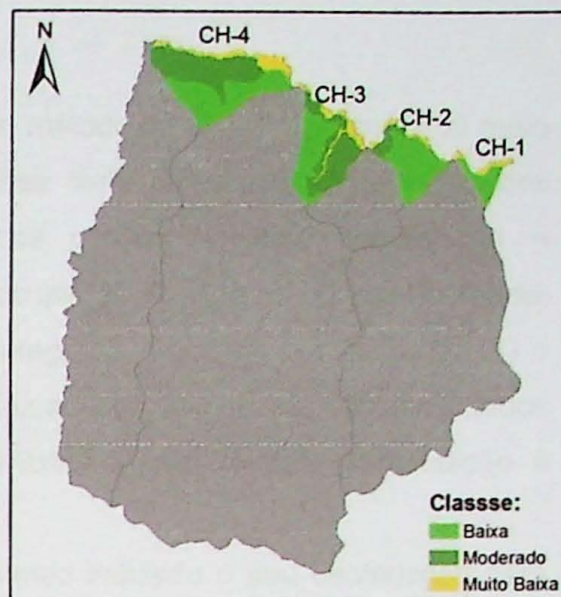


Figura 30. Distribuição espacial das classes de suscetibilidade à erosão nos Compartimentos Hidrográficos.

Compartimento Hidrográfico 1



Compartimento Hidrográfico 2

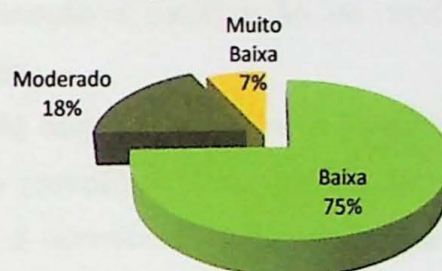


Figura 31. Porcentagem de classes de suscetibilidade à erosão nos Compartimentos Hidrográficos a) CH-1 e b) CH-2.

Compartimento Hidrográfico 3



Compartimento Hidrográfico 4



Figura 32. Porcentagem de classes de suscetibilidade à erosão nos Compartimentos Hidrográficos a) CH-3 e b) CH-4.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A carta de suscetibilidade à erosão utilizando o método de análise integrada do meio físico mostrou-se eficaz na determinação das regiões mais propensas à formação dos processos erosivos, integrando suas características geomorfológicas, pedológicas e geológicas, juntamente com as atividades de uso e ocupação do solo em Oscar Bressane. Além das características consideradas pela análise integrada, proposta por Zaine (2011) e aplicada à erosões por Santos (2013), este trabalho fez adaptações dessa, adotando dados estatísticos na determinação das classes de suscetibilidade, sendo uma contribuição à metodologia seguida.

A Análise Integrada atingiu bons resultados sendo indicado o seu uso/adoção para aplicação pelo IPT quando forem realizados trabalhos visando a avaliação de bacias hidrográficas de até 100 km², escala 1:50.000, contudo para a avaliação de bacias hidrográficas muito extensas, como a do Rio do Peixe, o uso de Análise Multitemática é mais indicada ao se avaliar regionalmente a bacia (1:250.000).

Ressalta-se que os solos da região, em sua maioria argissolos, são muito suscetíveis à erosão, sendo importante a integração das características fisiográficas e sua correlação com outros fatores do meio físico para a determinação e setorização de regiões com comportamentos semelhantes à ocorrência de erosões.

Observamos que o uso do solo é um agente fundamental para o surgimento dos processos erosivos. Em Oscar Bressane há grande pressão no meio natural causada por atividades agropecuárias, sendo as mais relevantes à ocorrência de erosões, aquelas sem utilização de métodos conservacionistas, como uso de curvas de nível e murundus. Os caminhos dos gados, em pastagens, concentram o escoamento superficial e podem desencadear ou alimentar erosões. Soma-se a isso, o pisoteio do gado em regiões de nascentes em locais sem mata ciliar, que podem cessar a surgência de água naquele ponto e o surgimento em outro lugar, onde pode gerar uma erosão.

As análises do comportamento geotécnico indicaram as características de drenagem dos diferentes horizontes do solo, o que possibilitou a compreensão da evolução dos processos erosivos para a escala de trabalho. Sendo necessária a realização de trabalhos mais investigativos em escalas de detalhe e com malha de amostragem mais abrangente.

As culturas temporárias e semi-perenes estão sujeitas aos processos erosivos quando o solo está exposto, normalmente durante o período entre safras, devido à precipitação de grande volume de água. O cultivo de plantas com raízes superficiais não são indicadas, pois os Argissolos da região possuem um horizonte A arenoso com menos de um metro de espessura, com a infiltração da água da chuva esse satura rapidamente, e ao encontrar o horizonte B argiloso, cria um vetor de fluxo subsuperficial horizontal, podendo o pacote arenoso ser desagregado e transportado. Para isso, o terreno deve apresentar declividade favorável para um fluxo de água significativo à retirada do material.

A retirada do horizonte A, expõe solos de areia argilosa (SC) de drenagem ruim. Sendo assim, ocorre a concentração do *run off* neste solo, implicando no surgimento e evolução dos processos lineares. Ressalta-se o papel realizado pelas litologias da região, diretamente responsáveis pela geração de solos arenosos e pela sustentação do relevo da área, condicionando à geração dos processos erosivos.

Verifica-se que as estradas vicinais do município podem ser condicionantes à concentração do escoamento superficial, o que eleva a velocidade da água e seu poder erosivo. Desse modo, indica-se a realização de bacias de retenção ao longo das estradas e para a construção de novas estradas, realizar o projeto seguindo as curvas de nível naturais e a implantação das bacias já ditas.

Constatamos que a Bacia do Córrego do Panela deve ter maior prioridade pelo Comitê de Bacias Hidrográficas de São Paulo em relação à sua conservação, por apresentar a maior concentração dos atributos críticos de suscetibilidade e elevada concentração de processos erosivo. Visando um manejo adequado da bacia, indica-se uma revisão dos tipos de atividades agropecuárias principalmente na região da cabeceira, onde há maior concentração de drenagem e por ser uma região geomorfologicamente constituída por morros altos com relevos de grande amplitude e declividades elevadas. Sendo indispensável maior rigidez às leis de proteção das águas.

Acredita-se que a Carta Geotécnica não é apropriada para a realização de intervenções à nível de projeto, sendo dependente de estudos específicos. Desse modo, espera-se que o produto realizado neste trabalho possa contribuir ao Plano Diretor do município com a definição de eixos de crescimento e determinação de zonas voltadas às atividades de uso do solo específicas. Sendo a Carta de Suscetibilidade à Erosão um produto estratégico para a ordenação territorial. Contudo, o produto cartográfico aqui apresentado deve ser submetido a uma verificação de campo, visando a análise das classes e em seguida sua validação.

Espera-se que a definição das classes de suscetibilidade balizadas nas características fisiográficas da área de estudo possam ser facilmente identificadas por técnicos, gestores, tomadores de decisão e demais interessados a diminuir a ocorrência de processos erosivos e assim diminuir os impactos socioambientais. Nesses termos, a apresentação dos produtos do trabalho deste trabalho em formato de Pranchas, sumariza as características de todas as classes de suscetibilidade e apresenta-se como um material intuitivo para a verificação das unidades e direto na apresentação das características do meio físico, processos e dinâmica de uso e ocupação do solo.

A adoção desse formato de apresentação pode contribuir de modo significativo aos trabalhos desenvolvidos no Instituto de Pesquisas Tecnológicas como um produto sintético, direto e pouco subjetivo, capaz de gerar o interesse pelos contratantes ao combate e prevenção de erosões e outros desastres naturais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

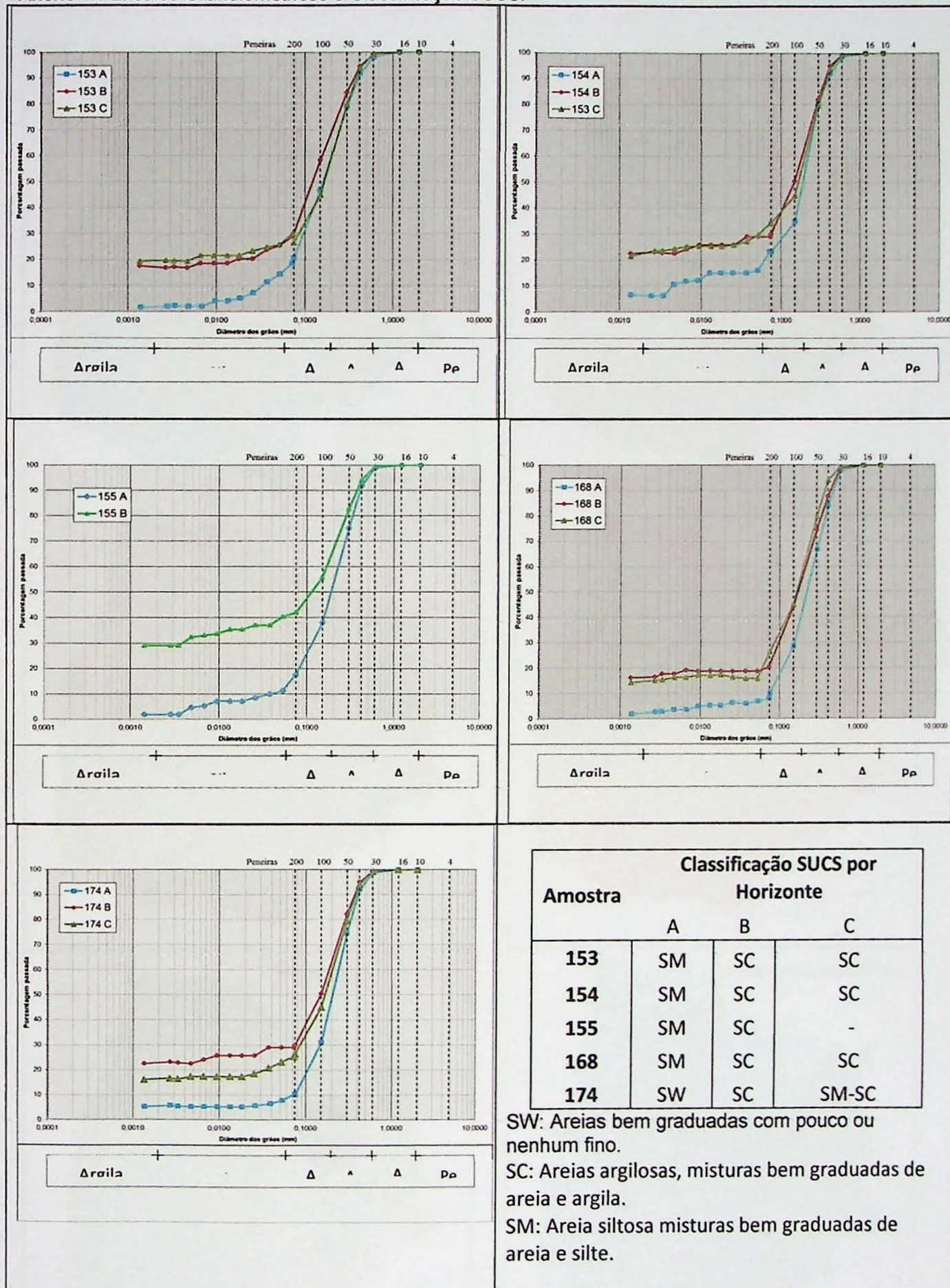
- Agnesi, V., Angileri, S., Cappadonia, C., Conoscenti, C., Rotigliano, E. (2011). Multi-parametric GIS analysis to assess gully erosion susceptibility: a test in southern Sicily, Italy. *Landform Analysis*, v.17, 15-20.
- Almeida Filho, G. S. de. (1999). Controle de erosão urbana. : *International Business Communications* – IBC: Seminário de Drenagem Urbana. Anais. São Paulo.
- Batezelli, A. (2010). Arcabouço tecno-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*. 40, (2), 265-285.
- Batezelli, A., Ladeira, F. S. B. (2016). Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 65, (1), 1-24.
- Bitar, O. Y. (2004). *Meio ambiente & Geologia*. São Paulo: Senac.
- Bitar, O. Y., Cerri, L. E. S., Nazakawa, V. A. (1992). Carta de risco geológico e carta geotécnica: uma diferenciação a partir de casos em áreas urbanas no Brasil. *Símposio Latino americano sobre Riesgo Geológico Urbano*, v. 2, 35-41. Colômbia: Pereira.
- Brasil.(2001). Estatuto da Cidade, Lei N°10.257.Brasília, DF, de 10 de Julho de 2001.
- Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). (2006). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI.
- Coch, N. K., Wolff, F. P. (1996). *Geohazards: natural and human*. Nova Jérsei: Prentice Hall.
- Conforti, M., Aucelli, P. P. C., Robustelli, G, Scarciglia, F. (2010). Geomorphology and GIS analysis for mapping gully erosion susceptibility in the Turbolo stream catchment (Northern Calabria, Italy). *Springer*, v. 53, 881-898.
- DAEE; IPT. (1989). *Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas*. São Paulo: SP.
- DAEE-UNESP. Landim, P. M. B. (coordenador) de et. al, (1984). *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. Escala 1:250.000. Rio Claro: DAEE/UNESP.
- Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (Emplasa). (2011). *Mapeia São Paulo, Ortofotos, 1:50.000*. Acesso em 01 de fevereiro de 2016, <<http://www.mapeiasp.sp.gov.br/>>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). (1979). Reunião Técnica de Levantamento de Solos. *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos*, súmula 10, 83p. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). (2006). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 10, 83p. Distrito Federal: Brasília: EMBRAPA-SNLCS.
- Fernandes, L. A. (1998). *Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru*. Tese de Doutorado. São Paulo: Instituto de Geociências, USP.
- Fernandes, L. A. (2004). *Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG)*. Escala 1:1.000.000. Paraná: *Boletim Paranaense de Geociências*, 55, 53-66.

- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M. (1994). O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. *Revista Brasileira de Geociências*, 24 (3), 164-176.
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M. (2000). Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências*, 30 (4), 717-728.
- Fiona J. Clubb, F. J., Mudd, S. M. , Attal, M., Milodowski D. T. (2016). The relationship between drainage density, erosion rate, and hilltop curvature: implications for sediment transport processes. American Geophysical Union, United Kingdom, Edinburgh.
- Infanti Júnior, N., Fornasari Filho, N. (1998). Processos de dinâmica superficial. In: Oliveira, A. M. S., Brito, S. N. A. (Eds.) *Geologia de Engenharia* (131-152). São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. (1974). *Carta Topográfica da Folha Exaporã (SF-22-Z-A-II-4)*. Escala 1:50.000. São Paulo: IBGE/DAEE
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. (1974). *Carta Topográfica da Folha Herculândia (SF-22-Z-A-II-1)*. Escala 1:50.000. São Paulo: IBGE/DAEE
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. (1974). *Carta Topográfica da Folha Lutécia (SF-22-Z-A-II-3)*. Escala 1:50.000. São Paulo: IBGE/DAEE
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. (1974). *Carta Topográfica da Folha Pompéia (SF-22-Z-A-II-2)*. Escala 1:50.000. São Paulo: IBGE/DAEE
- Instituto Florestal/Governo do Estado de São Paulo. (2008). *Mapa florestal do município de Oscar Bressane, Escala: 1:100.000*. Acesso em 28 de julho de 2016, <<http://s.ambiente.sp.gov.br/sifesp/oscarbressane.pdf>>.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2012). Cadastramento de erosão e inundação no Estado de São Paulo. São Paulo. (Relatório Técnico, 127 824-205).
- Miranda, M. J., Pinto, H. S., Zullo Júnior, J., Fagundes, R. M., Fonseca, D. B., Calve, L., Pellegrino, G. Q. (2008). A classificação climática de Koeppen para o Estado de São Paulo. Acesso em 16 de julho de 2016, <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>.
- Moeini, A., Zarandi, N. K., Pazira, E., Badiollahi, Y. (2015). The relationship between drainage density and soil erosion rate: a study of five watersheds in Ardebil Province, Iran. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, v. 197.
- Nakazawa, V. A., Prandini, F. L., Santos, A. R., Freitas, C. G. L. (1991). Cartografia geotécnica: a aplicação como pressuposto. *Simpósio de Geologia do Sudeste*, v. 2, 329-336. São Paulo: SBG/SP-RJ.
- OLIVEIRA, J.B. et al. (1999). *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo*. Escala: 1:500.000. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas/EMBRAPA Solos.
- Pastore, E. L., Fortes, R. M. (1998). Caracterização e Classificação de Solos. In: Oliveira, A. M. S., Brito, S. N. A. (Eds.) *Geologia de Engenharia* (197-210). São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

- Pinto, R.C.G., Sigolo, J.B. (2001). Contatos Litológicos como vetor de Erosão Linear nos Municípios de herculândia, Quintana e Poméia, São Paulo, SP. *VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, Goiânia, GO.
- Prado, R. B. Novo, E. M. L. M., Ferreira, C. G. (2010). Mapeamento e caracterização dos fatores fisiográficos da Bacia hidrográfica de contribuição para o reservatório de barra Bonita, São Paulo. *Caminhos de Geografia*, v. 11, 36, 237-257.
- Prandini, F. L., Nakazawa, V. A., Freitas, C. G. L., Diniz, N. C. (1995). Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*, p.187-202. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).
- Riccomini, C. (1997). Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 27, 153-162.
- Ruiz, M. D., Guidicini, G. (2002). Introdução. In: A. M. S. Oliveira, S. N. A. Brito (Eds.), *Geologia de Engenharia*. (v.1, 1-5). São Paulo: ABGE.
- Santoro, J. (2015). Erosão Continental. In: Tominaga, L. K., Santoro, J., Amaral, R. (Eds.) *Desastres naturais: conhecer para prevenir* (53-70). São Paulo: Instituto geológico.
- Santos, F. S. M. dos. (2013). Avaliação de Processos Erosivos a partir da Análise Integrada do Meio Físico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis, GO. Tese de Doutorado. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas/ UNESP.
- São Paulo. (1989). Constituição do Estado de São Paulo, de 5 de Outubro de 1989.
- Silva, A. F. (2003). Mapeamento geotécnico e análise dos processos erosivos na Bacia doo Córrego Tucum, São Pedro-SP, Escala 1:10.000. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Universidade de São Paulo.
- Silver, C. S.; DeFries, R. S. (1990). *One earth, one future: our changing global environmental*. Washington: National Academy of Sciences.
- Soares, P. C., Fiori, A.P. (1976). Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 16 (32), 71-104.
- V. Prasannakumar, V., Vijith, H., Abinod, S., Geetha, N. (2011). Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology. *Geosciences Frontiers*, v. 2, 209-215.
- Zaine, J. E. (2011). Método de fotogeologia aplicado a estudos geológico-geotécnicos: Ensaio em Poços de Caldas (MG-Brasil). Tese de Livre docência. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas/ UNESP.
- Zuquette, L. V. (2015). *Geotecnia Ambiental*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Zuquette, L. V., Gandolfi, N. (2004). *Cartografia Geotécnica*. São Paulo: Oficina de Textos.

10. ANEXOS

Anexo 1: Ensaios Granulométricos e Classificação SUCS.



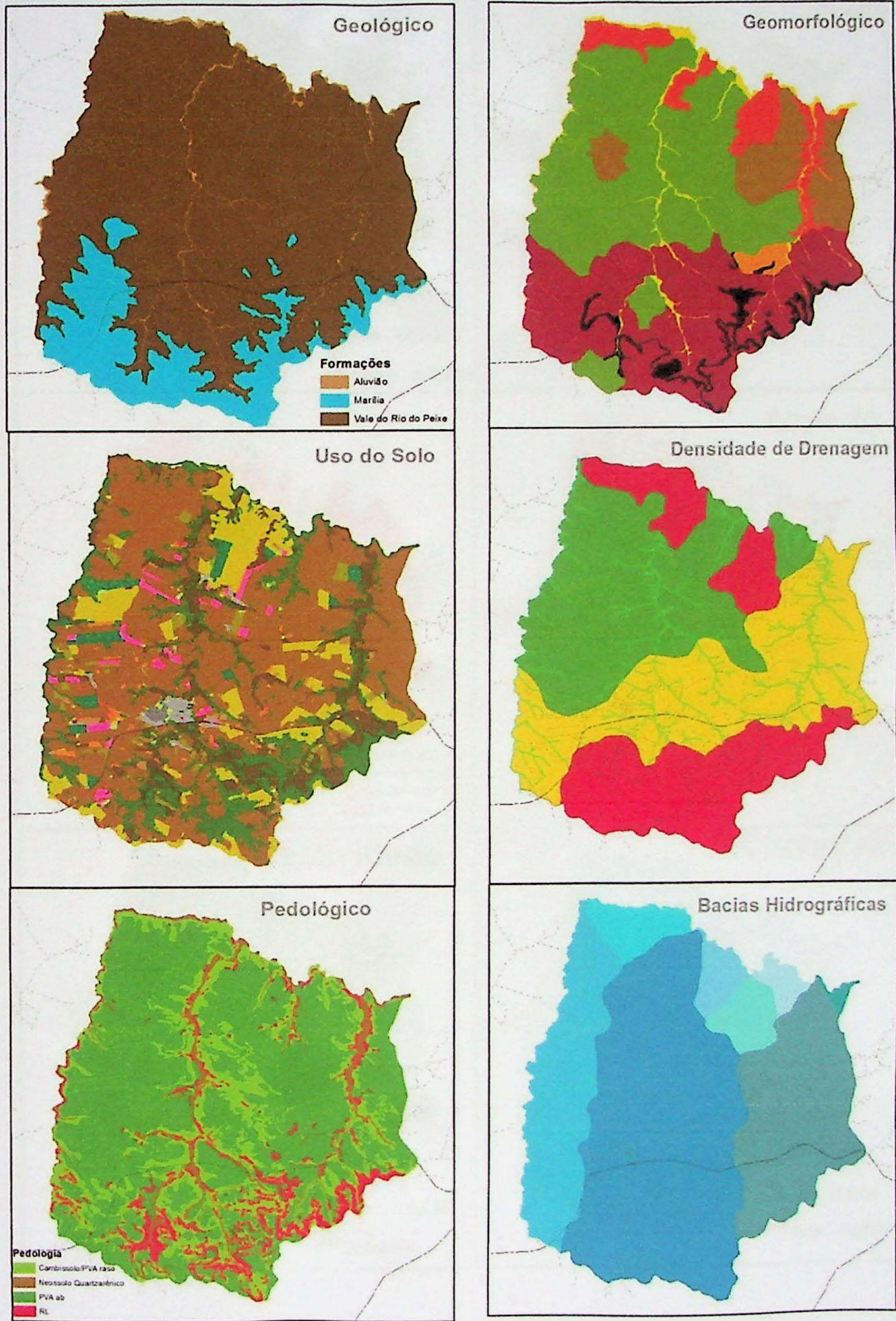
Amostra	Classificação SUCS por Horizonte		
	A	B	C
153	SM	SC	SC
154	SM	SC	SC
155	SM	SC	-
168	SM	SC	SC
174	SW	SC	SM-SC

SW: Areias bem graduadas com pouco ou nenhum fino.

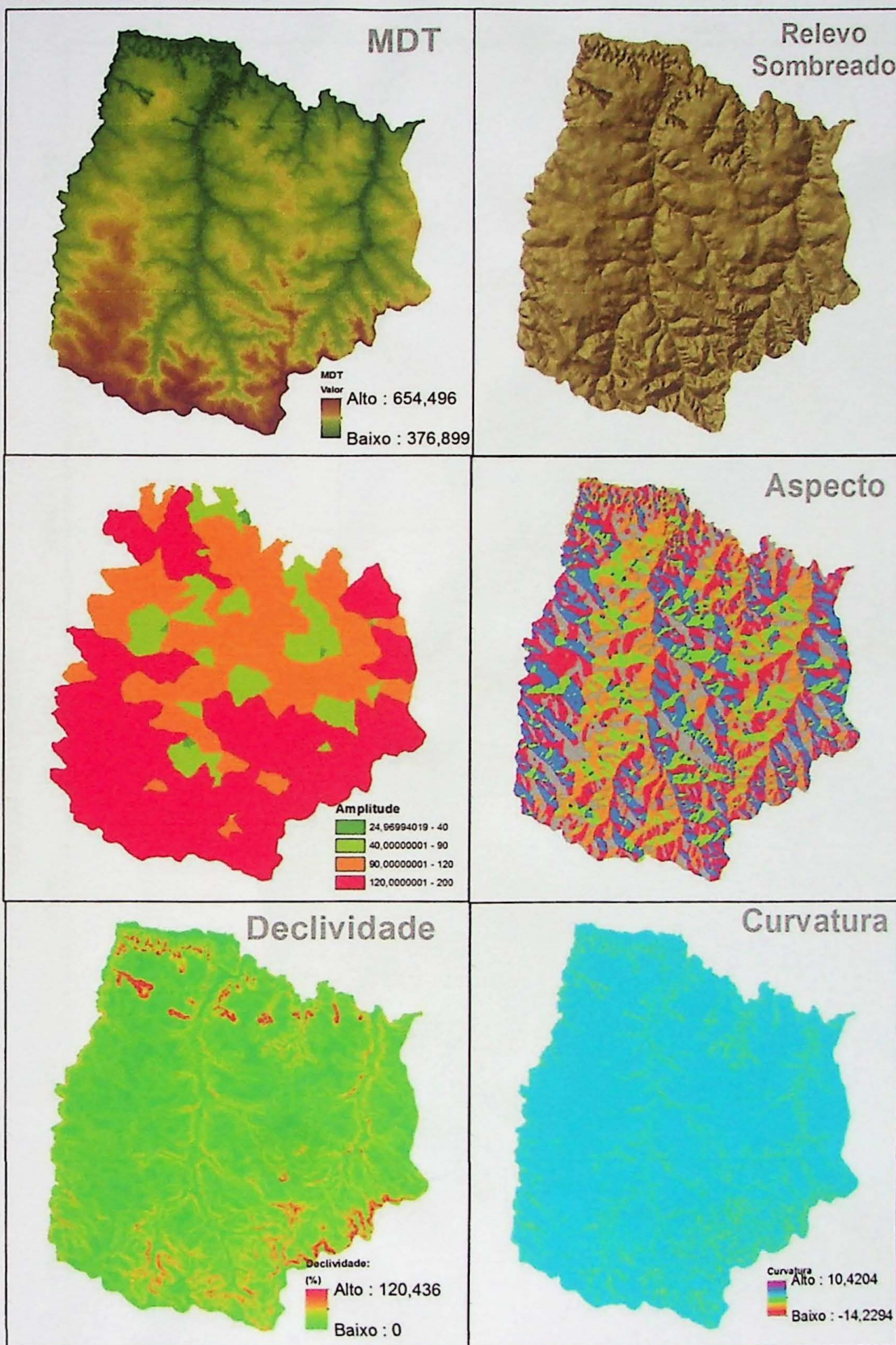
SC: Areias argilosas, misturas bem graduadas de areia e argila.

SM: Areia siltosa misturas bem graduadas de areia e silte.

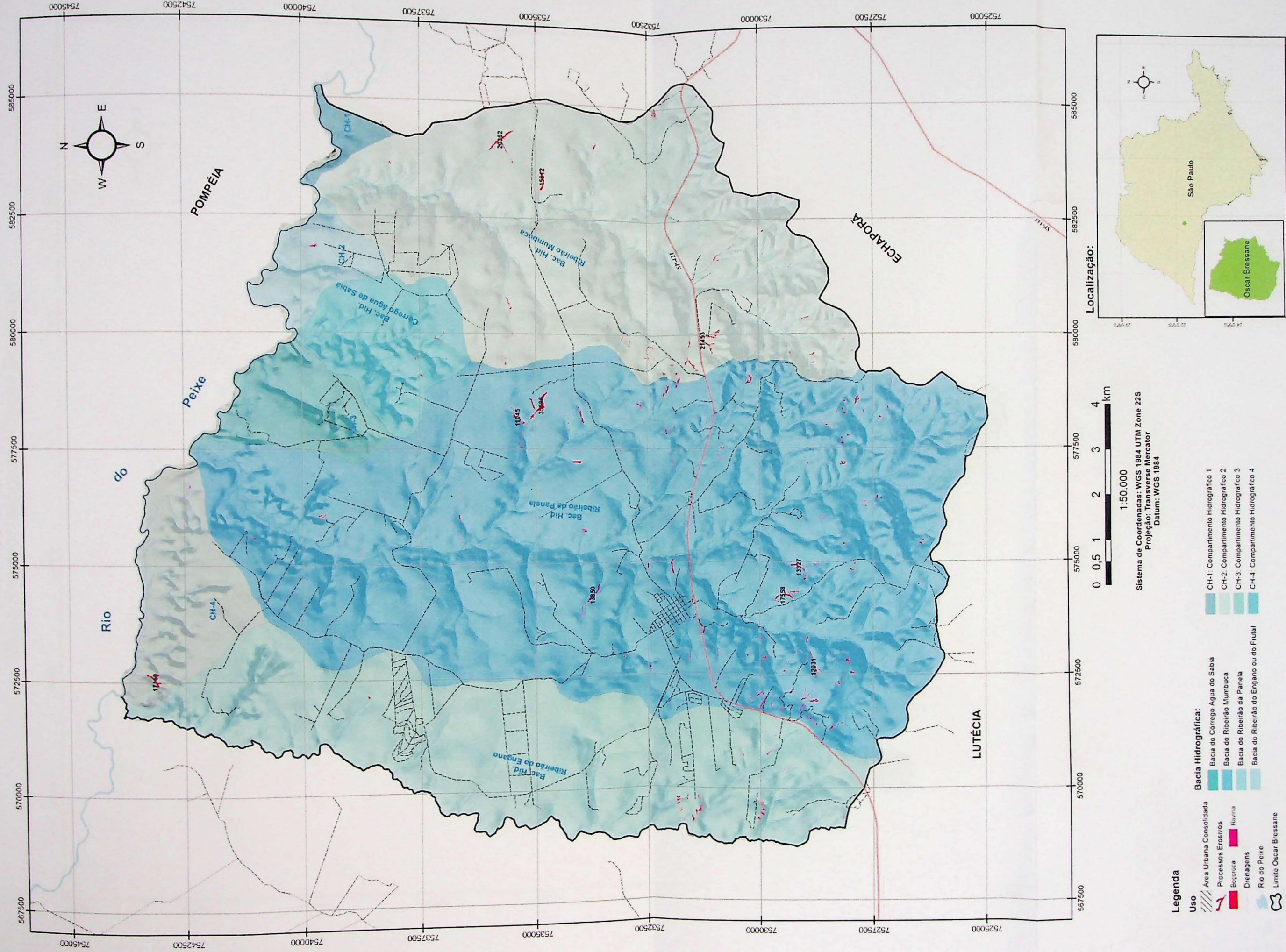
Anexo 2: Mapas vetoriais desenvolvidos



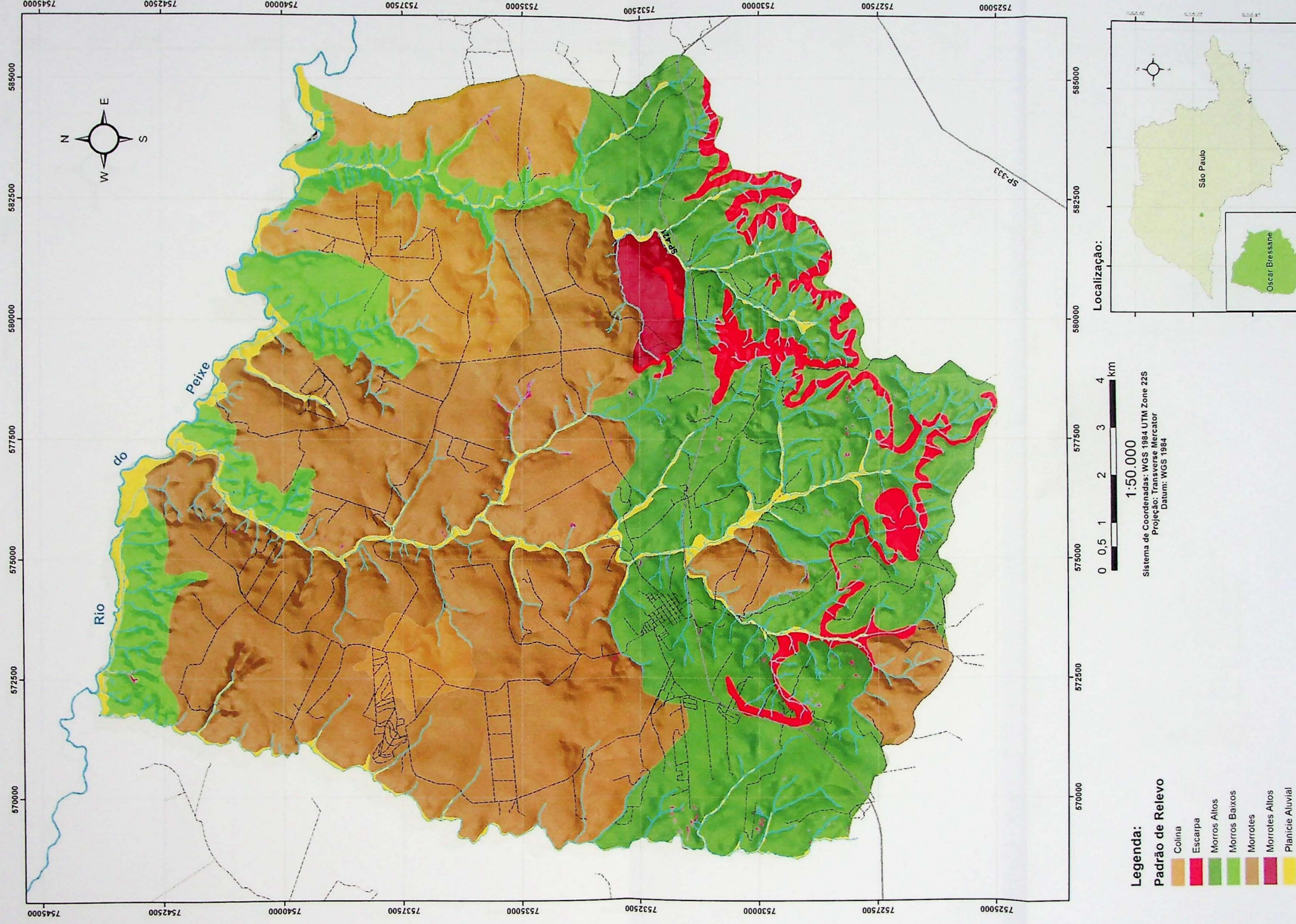
Anexo 3: Rasters sintetizados.



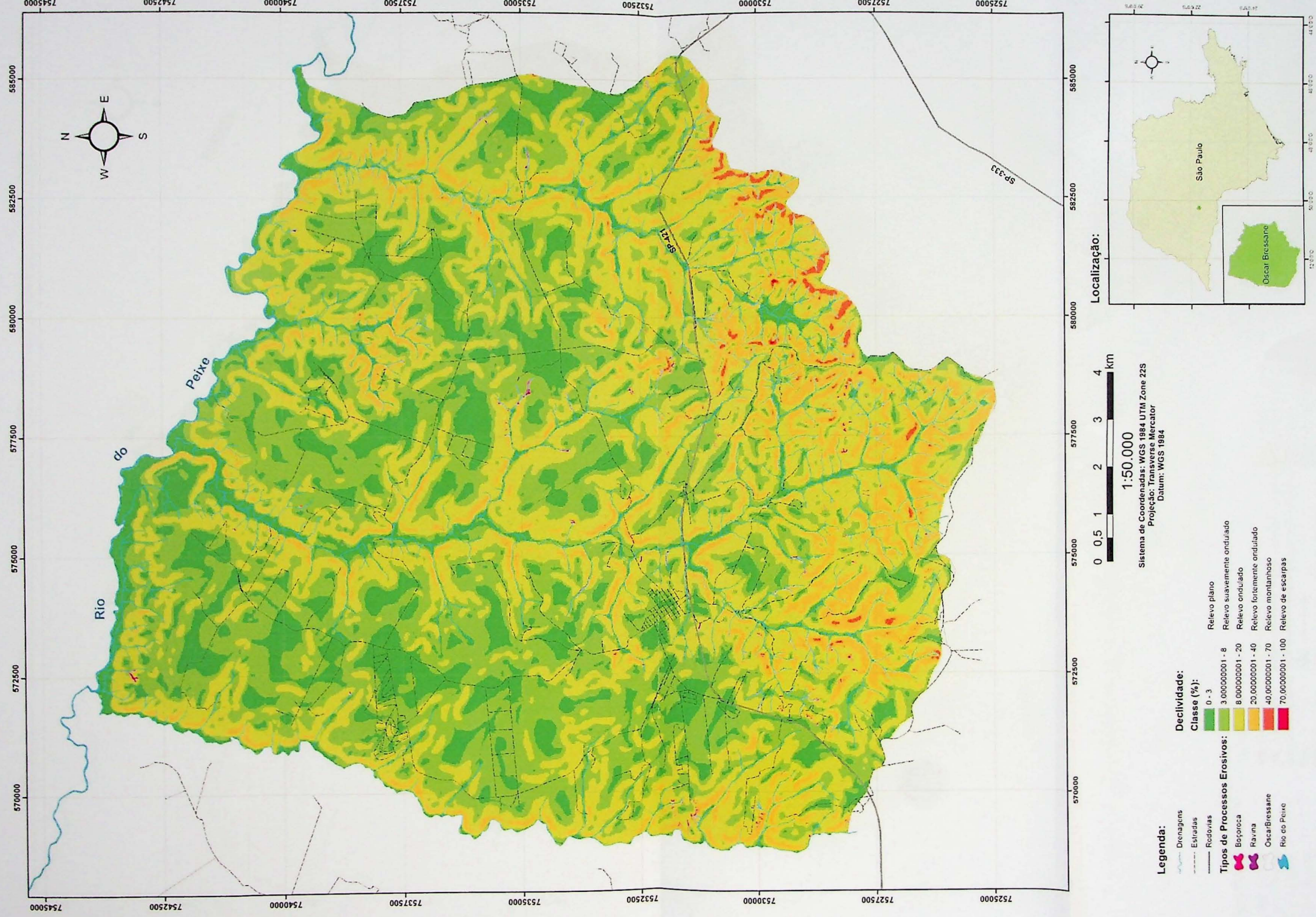
Mapa de Inventário de Processos Erosivos Oscar Bressane



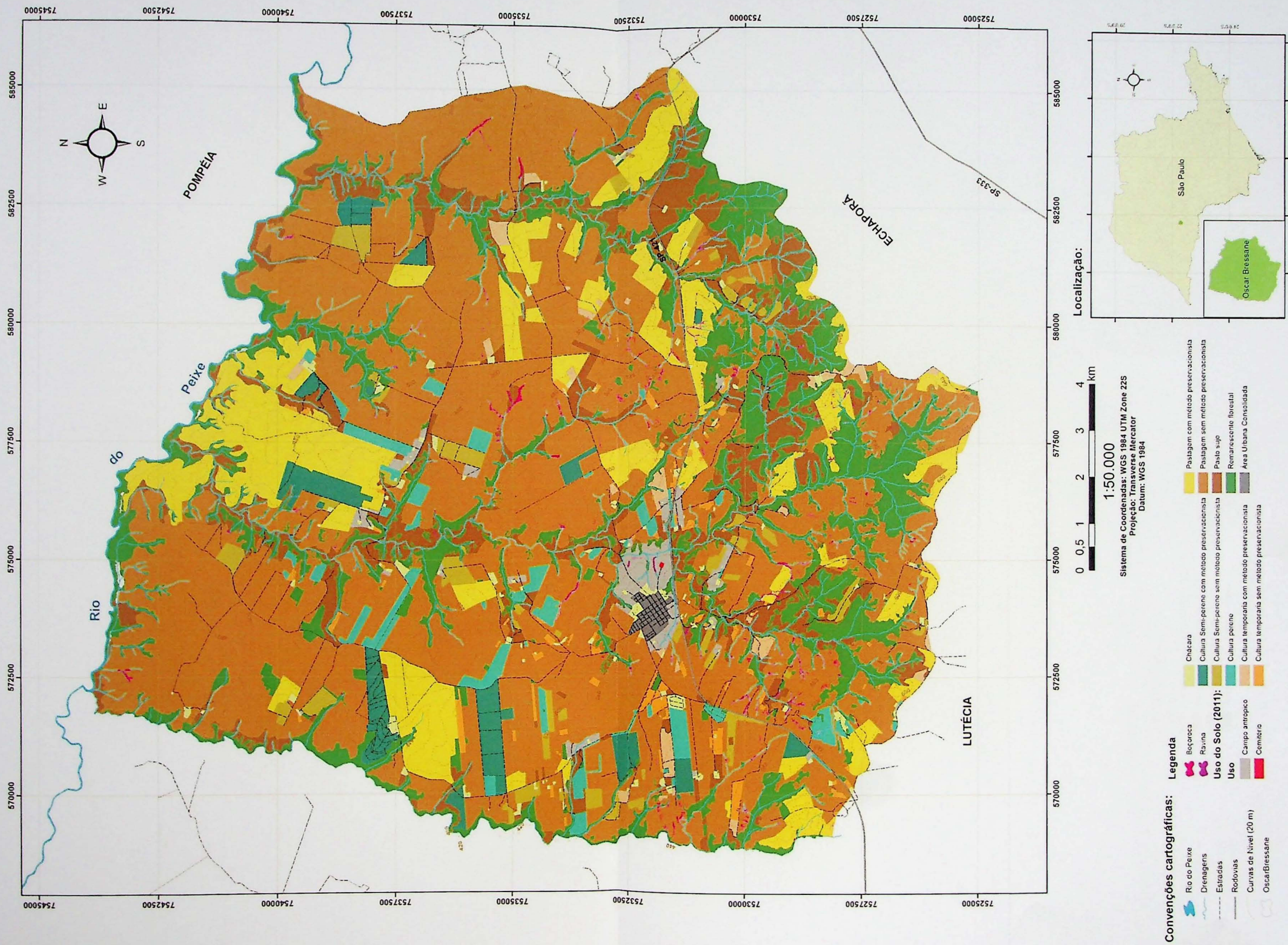
Mapa Geomorfológico - Oscar Bressane



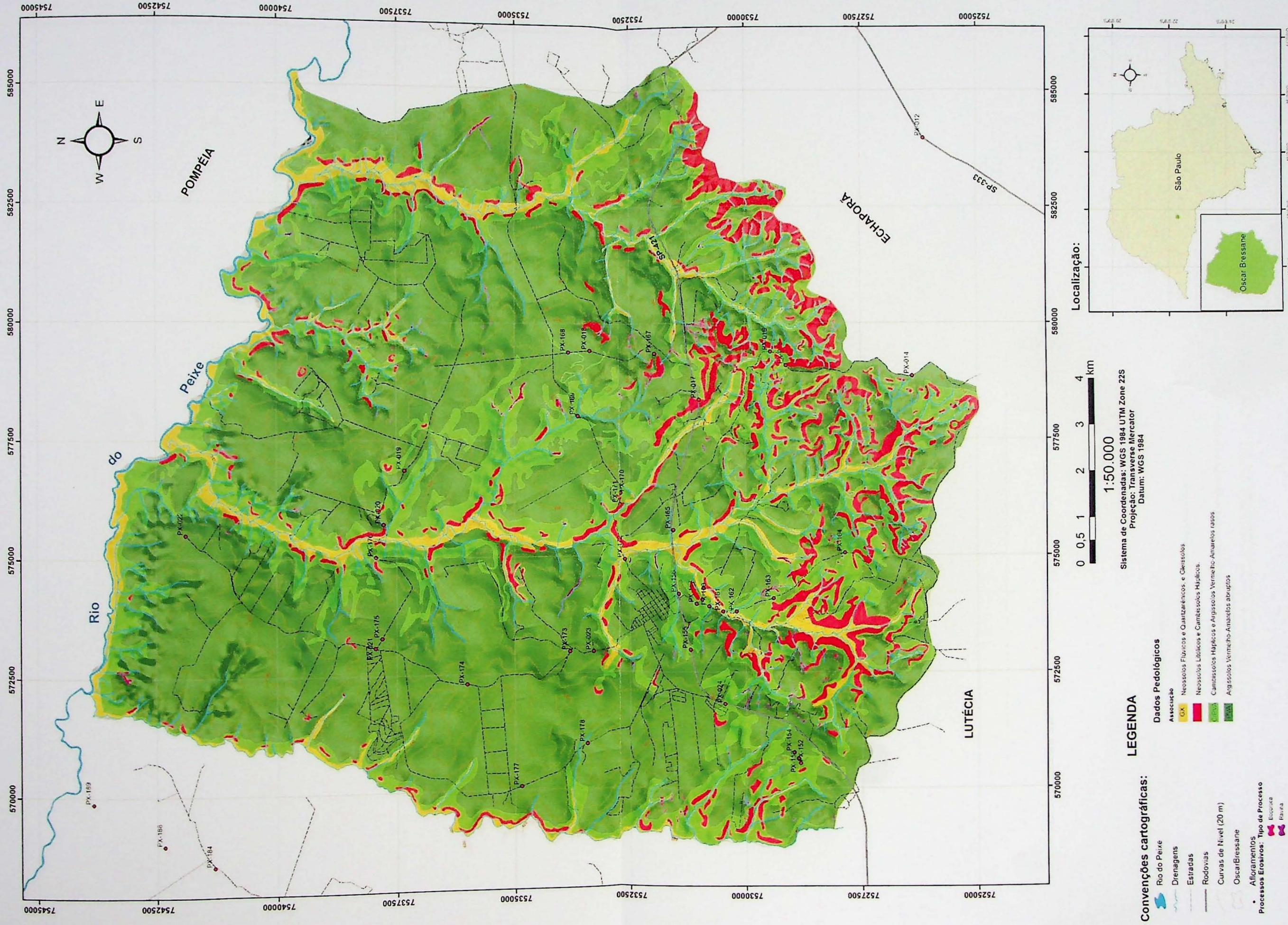
Mapa de Declividade - Oscar Bressane



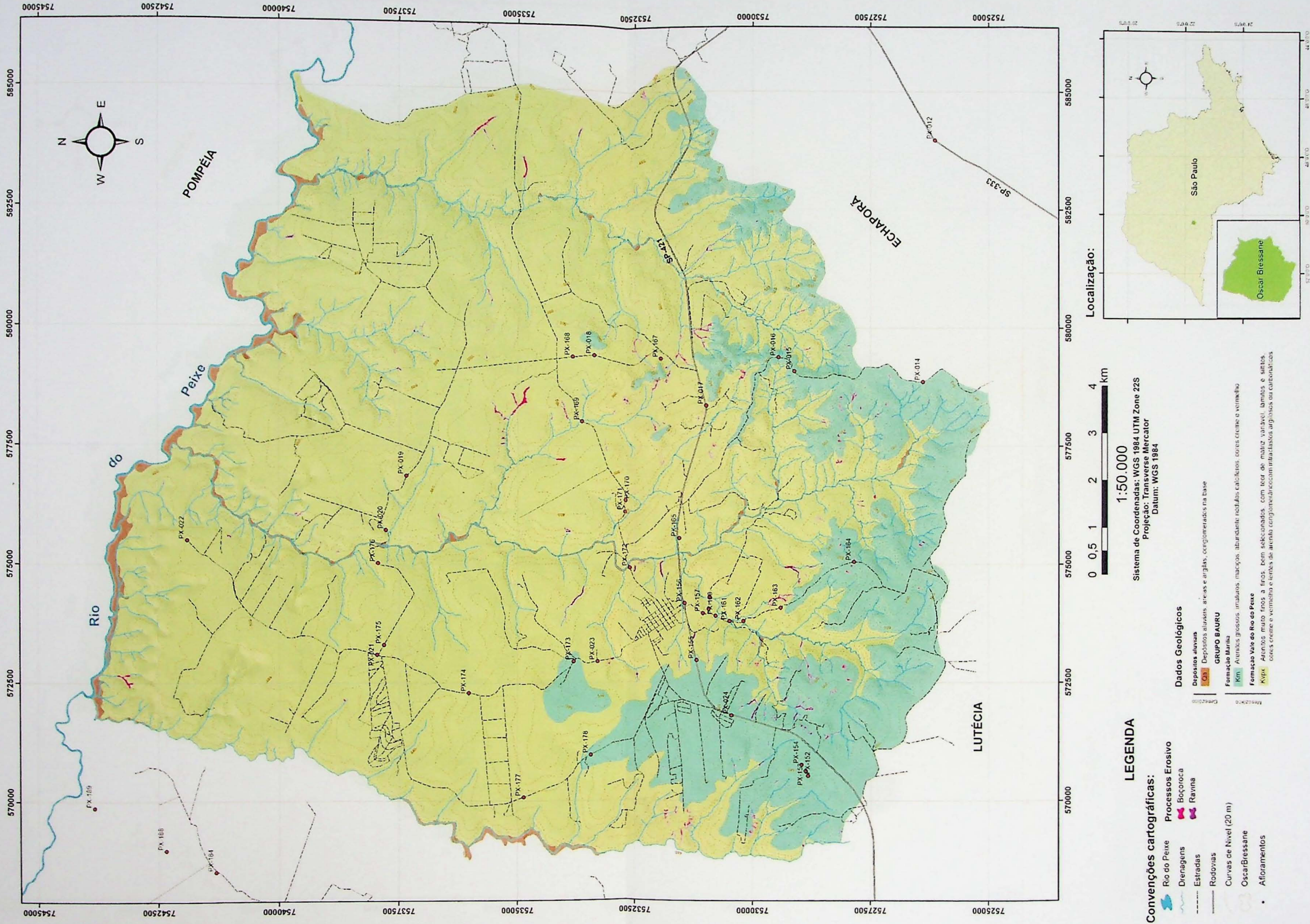
Mapa de Uso do Solo - Oscar Bressane 2011



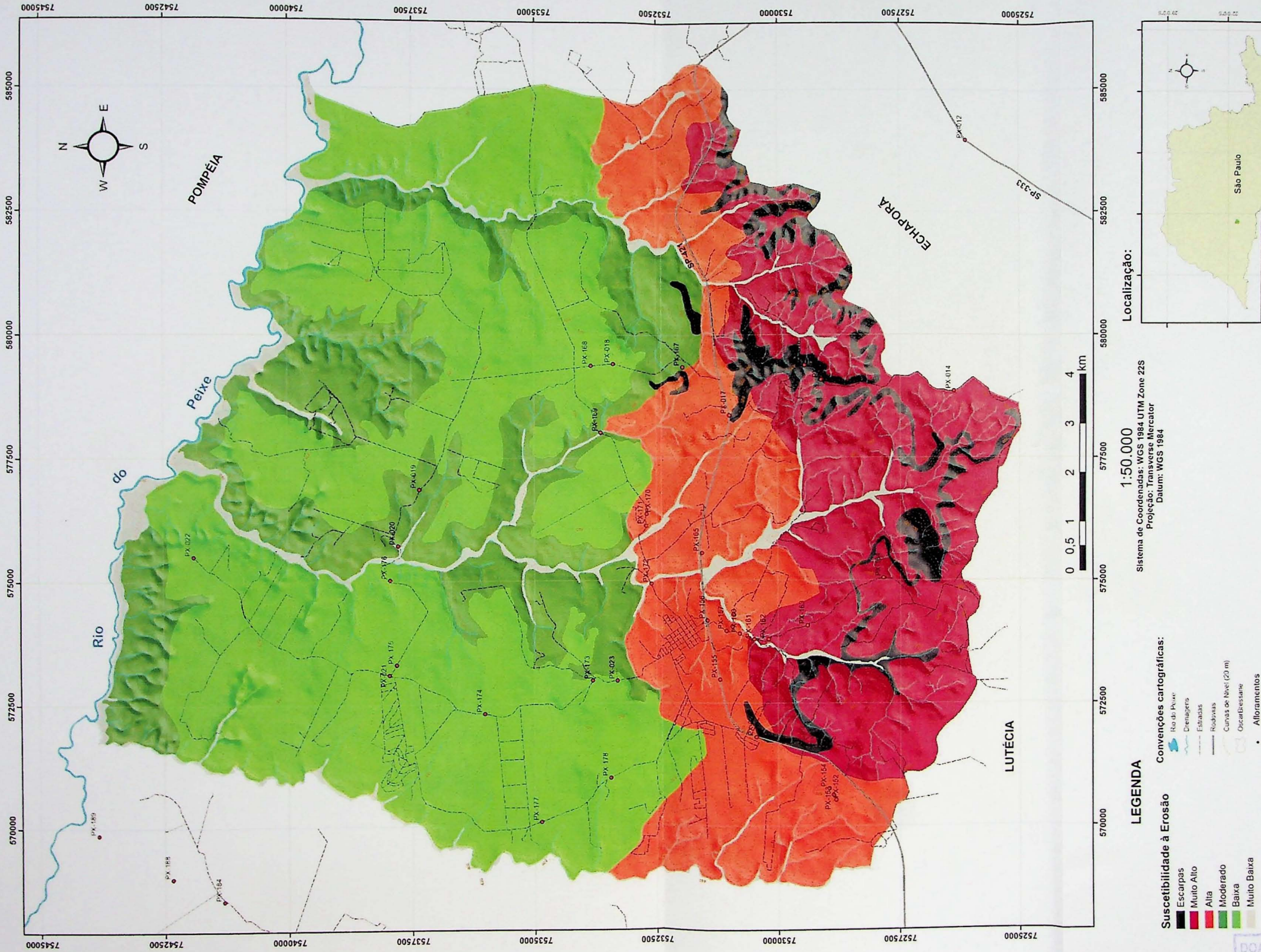
Mapa Pedológico de Oscar Bressane



Mapa Geológico de Oscar Bressane



Carta de Suscetibilidade à Erosão - Oscar Bressane

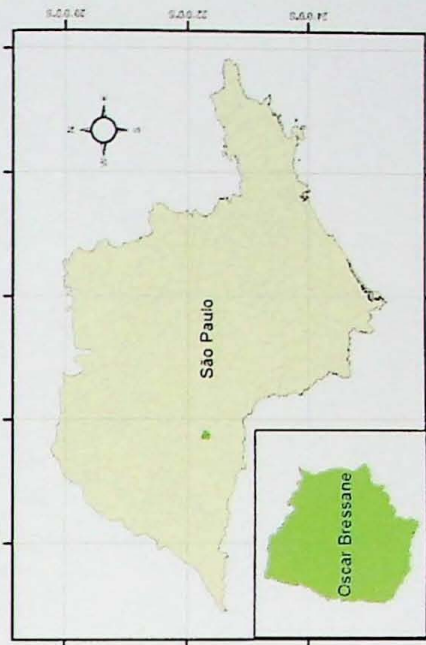


LEGENDA

- Suscetibilidade à Erosão**
- Escarpas
 - Muito Alto
 - Alto
 - Moderado
 - Baixa
 - Muito Baixa
- Convenções cartográficas:**
- Rio do Peixe
 - Drenagens
 - Estradas
 - Rodovias
 - Curvas de Nível (20 m)
 - Oscar Bressane
 - Aloramentos

1:50.000
Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 22S
Projeção: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984

Localização:



DOAÇÃO *Graduação*
IGc
Data: 20/03/18

