

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO  
AMBIENTAL

BRUNO VERSOLATO

DISPERSÃO URBANA E APROPRIAÇÃO DO RELEVO NA BACIA DO  
RIBEIRÃO DO JERIVÁ, BOITUVA - SÃO PAULO

Sorocaba

2019

BRUNO VERSOLATO

DISPERSÃO URBANA E APROPRIAÇÃO DO RELEVO NA BACIA DO  
RIBEIRÃO DO JERIVÁ, BOITUVA - SÃO PAULO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental – PPGSGA da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental. Orientador: Prof. Dr. Emerson Martins Arruda

Sorocaba

2019

Versolato, Bruno

DISPERSÃO URBANA E APROPRIAÇÃO DO RELEVO NA  
BACIA DO RIBEIRÃO DO JERIVÁ, BOITUVA - SÃO PAULO /  
Bruno Versolato. -- 2019.

104 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Emerson Martins Arruda

Banca examinadora: André Cordeiro Alves dos Santos (UFSCar), Ronaldo  
Missura (UFS)

Bibliografia

1. Geografia Física. 2. Dinâmica das Vertentes. 3. Urbanização. I.  
Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade  
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

---

Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Bruno Versolato, realizada em 09/12/2019:

---

Prof. Dr. Emerson Martins Arruda  
UFSCar

---

Prof. Dr. Andre Cordeiro Alves dos Santos  
UFSCar

---

Prof. Dr. Ronaldo Missura  
UFS

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Ronaldo Missura e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

---

Prof. Dr. Emerson Martins Arruda



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à universidade pública, gratuita, ao ensino público qualidade, plural e acolhedor, por esse trabalho, pelos amigos que me eu pude conhecer e que levarei para vida, pelos projetos que fiz parte. A cada professor e a cada servidor pelas boas conversas, pelas salas limpas, pelos cafés.

Como escreveu Thomaz Mann em Tonio Kruger: pelo "amor pelo humano, vivaz e costumeiro. Todo o calor, todo o bem, todo o humor veio dele, e que quase a mim parece que seja ele aquele próprio amor, do qual está escrito que alguém poderia falar com uma língua humana e angelical e sem ele, porém, seja um bronze soante e um guizo que retine", muito obrigado.

## RESUMO

O reconhecimento dos aspectos geomorfológicos da paisagem pode fundamentar uma proposta de ocupação urbana que considere a dinâmica hidrológica de uma determinada área, favoreça a manutenção da infiltração e diminuição do escoamento superficial, atenuando processos erosivos, inundações, minimizando os problemas ambientais. A dissertação aqui apresentada, a qual integra a pesquisa “Planejamento Ambiental e Priorização de Áreas para Conservação em Boituva/SP- Brasil” (FEHIDRO 10452), e tem como objetivo avaliar os impactos do processo de urbanização nas cidades brasileiras discutindo, para isso, a compatibilidade entre os tipos de ocupação urbana e o processo de apropriação do relevo. O estudo foi realizado tendo como unidade de análise a bacia hidrográfica do Ribeirão do Jerivá, no município de Boituva, cidade com cerca de 60 mil habitantes e, apesar da recente expansão urbana, ainda apresenta condições de efetivo planejamento e minimização dos impactos da urbanização. Metodologicamente, o estudo, foi orientado por abordagens teóricas da Geomorfologia Urbana, Dispersão Urbana, e gestão de Bacias Hidrográficas. Para compreender esta dinâmica que envolve ocupação dos compartimentos geomorfológicos, foram confeccionados mapas temáticos, entre eles, o de unidades do relevo, declividades, risco de escorregamento, movimento de massa e inundações, APPs e Fragmentos Florestais, Uso do Solo, Hipsométrico e Formas do terreno. Perfis topográficos foram elaborados para algumas áreas chaves, com diferentes estágios de urbanização visando uma análise mais detalhada. Trabalhos de campo também foram realizados. Como resultados, constatou-se que a bacia do Ribeirão do Jerivá, com 45,34 km<sup>2</sup> apresenta boa parte de suas cabeceiras ocupadas com áreas urbanizadas ou atividades agropecuárias. Foram identificadas 3 unidades de relevo na bacia, sendo uma onde o relevo apresenta forte dissecação das cabeceiras e cursos fluviais, no setor da alta bacia, outra unidade com interflúvios de topos mais planos a levemente convexizados, além das planícies fluviais, mais amplas na baixa bacia. Conclui-se que o processo de apropriação do relevo para urbanização altera de maneira muitas vezes irreversível os sistemas de entrada e saída de energia das bacias hidrográficas, modificando a disposição de matéria e seu carregamento pela água das chuvas, além de desequilibrar os processos pedogênicos naturais.

Palavras-chave: Geografia Física; Geomorfologia; Dinâmica das Vertentes; Urbanização; Impactos Ambientais.

## **ABSTRACT**

*The recognition of the landscape's geomorphologic aspects may fundament a proposal of urban occupation that considers the hydrological dynamics of a given area, favors the maintenance of the infiltration and reduction of the superficial leakage, reducing erosive processes, floods, minimizing the environmental problems. This master is part of the research "Environmental planning and prioritization of conservation areas in Boituva/SP – Brasil" (FEHIDRO 10452). It aims at evaluate the impacts of the urbanization process of Brazilian cities discussing, for such, the compatibility between the kinds of urban occupations and the process of relief appropriation. The study was developed on the hidrographic basin of Ribeirão do Jerivá, at Boituva, city with 60k habitants and, despite the recente urban expansion, still shows conditions of actual planning and reduction of urbanization impacts. Methodologically, the study was Urban Geomorphology, Urban dispersion and Hidrographic Basin Management oriented. In order to understand such dinamics that holds occupation of the geomorphological compartiments, thematic maps were created, such as the relief units, declivities, sliding risk, mass movement and inundation, APP (Permanent Protection Areas) and Forest Fragments, Soil Usage and Hipsometric maps. Topographic profiles were elaborated for some key areas, with different stages of urbanization, aiming at a more specific analysis. Fieldworks were also made. As results, it was shown that Ribeirão do Jerivá basin, with 45,34 km<sup>2</sup>, has an importante área of its spring occupied with urbanized areas or farming activities. Three relief units were identified at the basin, one with strong dissection of spring and river courses, at the high basin sector; a second unit with top interfluvium more plain to softly convexized, and the third unit of the fluvial plains, wider at the lower basin. The conclusions show that the processo of relief appropriation for urbanization alters in ways very often irreversible the energy entrance and exit systems of the hidrographic basins, changing the disposition of matters and its carriage along the rain waters, besides unbalancing the natural pedogenic processes.*

*Keywords: Physical Geography; Geomorphology; Hillslope Dynamics; Urbanization; Environmental Impacts.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1 - Comportamento hidrodinâmico das morfologias antropogênicas....	25
Figura 1 - Comportamento hídrico em perfil teórico da vertente .....	26
Figura 2 - Sistema de vertentes proposto por Dalrymple; Blong e Conacher (1968)	27
Tabela 1 - Descrição das 9 unidades de uma vertente hipotética .....	27
Mapa 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	33
Mapa 2 - Mapa litológico da área de estudo .....	35
Figura 3 - Esquema da deposição de sedimentos pelo avanço da geleira .....	36
Figura 4 - Localização do Município de Boituva-SP no Aquífero Tubarão .....	39
Figura 5 - Perfil do relevo paulista.....	43
Mapa 3 - Pedologia da área de estudo .....	44
Fluxograma 2 - Fluxograma das etapas de elaboração da pesquisa .....	48
Quadro 1 - Comparação de classes de declividade mais usadas na literatura .....	51
Mapa 4 - Unidades do relevo na área de estudo.....	56
Fotografia 1 - Formato tabular dos topos de interflúvios .....	57
Fotografia 2 - Forte dissecação de uma cabeceira de drenagem .....	57
Fotografia 3 - Aspecto suavizado do relevo a baixa bacia do Ribeirão do Jeriva, Boituva-SP .....	58
Fotografia 4 - Erosão por pisoteio de gado em área de pastagem na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP.....	59
Fotografia 5 - Estrada vicinal com exposição da litologia sedimentar na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP.....	60
Fotografia 6 - Reservatório eutrofizado na área de estudo .....	61
Mapa 5 - Declividade do relevo na área de estudo .....	62
Fotografia 7 - Forte dissecação expõem o leito rochoso de braço do Ribeirão do Jerivá, em Boituva-SP .....	63
Mapa 6 - Uso do solo na bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP .....	65
Fotografia 8 - Casa interdita em área de risco em uma vertente da Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP\.....	67
Mapa 7 - Risco de escorregamento e inundação na Bacia do Ribeirão do Jerivá, município de Boituva - SP .....	68
Fotografia 9 - Torres de apartamentos ocupam setor de cabeceiras na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP .....	70
Mapa 8 - APPs e fragmentos florestais na bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP	71
Fotografia 10 - Interior de uma das cavernas de arenito na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP.....	74
Mapa 9 - Macrozoneamento na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP .....	77
Mapa 10 - Zoneamento na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva, SP .....	79
Mapa 11 - Hipsometria com localização dos perfis das vertentes.....	84
Figura 6 - Perfil A-A de vertente da Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP .....	85
Fotografia 11 - Deposito de solo em rua perpendicular ao perfil da vertente .....	86

Fotografia 12 - Detritos à margem do curso d'agua na área do perfil topográfico A-A .....	87
Figura 7 - Perfil B-B de vertente da Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP .....	88
Figura 8 - Perfil topográfico C-C da bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP.....	92

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
Cepagri Agricultura	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE Paulo	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Emplasa	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGC	Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano -
Itesp	Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMP	Macrometrópole Paulista
PAePAC Conservação Em Boituva/Sp	Planejamento Ambiental E Priorização De Áreas Para
Palsar	Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar)
SIG	Sistema de Informação Georreferenciada
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
2.1	OBJETIVO GERAL .....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
3	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	15
3.1	APROPRIAÇÃO DO RELEVO E IMPACTOS AMBIENTAIS DA URBANIZAÇÃO .....	15
3.2	BACIA HIDROGRÁFICA NA PESQUISA AMBIENTAL .....	19
3.3	ESCALA DA ENCOSTA .....	22
3.4	GEOMORFOLOGIA NO PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL .....	28
4	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	32
4.1	LOCALIZAÇÃO .....	32
4.2	ASPECTOS GEOLÓGICOS .....	34
4.3	ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS .....	39
4.4	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	40
4.5	ASPECTOS PEDOLÓGICOS .....	43
4.6	ASPECTOS DO CLIMA REGIONAL .....	46
5	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	48
5.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	48
5.2	ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS .....	49
5.2.1	<b>Localização</b> .....	49
5.2.2	<b>Litológico</b> .....	50
5.2.3	<b>Pedológico</b> .....	50
5.2.4	<b>Unidades do relevo</b> .....	50
5.2.5	<b>Declividades</b> .....	50
5.2.6	<b>Risco de escorregamento e movimento de massa</b> .....	52
5.2.7	<b>APPs e Fragmentos Florestais</b> .....	52
5.2.8	<b>Macrozoneamento e Zoneamento</b> .....	52
5.2.9	<b>Uso do Solo</b> .....	52
5.2.10	<b>Hipsométrico</b> .....	53
5.2.11	<b>Confecção dos perfis topográficos das áreas chaves</b> .....	53
5.3	TRABALHOS DE CAMPO .....	53
6	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	54
6.1	UNIDADES DO RELEVO, DINÂMICA DA PAISAGEM E ANÁLISE AMBIENTAL NA BACIA DO RIBEIRÃO DO JERIVÁ .....	54
6.2	DISPERSÃO URBANA E A APROPRIAÇÃO DO RELEVO NA ÁREA DE ESTUDO .....	74
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	95
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	98

## 1 INTRODUÇÃO

As cidades têm se configurado num considerável desafio urbano e sobretudo, ambiental. Os impactos no meio-ambiente demandam a busca de soluções que ultrapassam o campo restrito de disciplinas isoladas, levando planejamento urbano a abarcar campos prático e teóricos da interdisciplinaridade. A dimensão ambiental tem sido incorporada ao planejamento urbano no mundo desde a década de 1960. No Brasil, o marco é o Estatuto da Cidade (2002) que regulamenta artigos da Constituição de 1988

Com o avanço das pesquisas, há evidências suficientes para demonstrar que os principais problemas ambientais são os decorrentes dos processos de urbanização intensiva. Dessa forma, a decisão de onde e como ocupar uma área deve obrigatoriamente ser pensada sobre outra ótica. Para Lima, (1990), a urbanização é considerada uma alteração de primeira ordem, juntamente com a retirada de vegetação original. No detalhamento dessa alteração ambiental, a intervenção urbana no meio ambiente ainda considera o padrão de arruamento, as densidades de edificações e dos lotes e as fases de consolidação urbana.

O impacto da urbanização ainda figura ao lado de outras alterações do relevo que só podem ser compreendidas em uma análise que considere escalas diversas e complementares (RODRIGUES, 2010). Como explica Schutzer (2012), a intervenção urbana necessita ser abordada de diferentes escalas para maior efetividade no planejamento.

Dessa forma, no planejamento regional, o relevo é visto de forma generalista, analisando os grandes compartimentos. Nessa escala, o maior impacto é observado no uso agrário. É com ele que se inicia as maiores as grandes alterações ambientais, segundo o autor, principalmente com a supressão da vegetação nativa.

Conforme se aproxima da escala local, a investigação começa a focar no urbano e no rural dentro dos limites municipais. Atualmente o maior impacto recai na conversão de terra rurais em urbanas. Nessa fase, o recorte espacial analisado deve sempre ser uma bacia hidrográfica, se aproximando, no nível de detalhamento, das características das encostas, estas, em última análise as formas do relevo que são de fato ocupadas pelo homem (CASSETI, 1991).



Para que seja possível uma análise da expansão urbana frente à dinâmica do relevo, é preciso que a área escolhida seja uma zona de expansão urbana, com áreas rurais, urbanas consolidadas e zonas de transição. Tal realidade é apenas encontrada em municípios de pequeno e médio porte. Deste modo, os desafios de planejamento e gestão das cidades se voltam aos pequenos e médios municípios, em função de serem áreas em que as grandes áreas urbanas ainda não produziram alterações negativas irreversíveis ou cujo a queda da qualidade de vida decorrente do crescimento acelerado da mancha urbana ainda pode ser mitigada.

Segundo Endlich (2006), não considerar as pequenas cidades é esquecer uma parte da realidade urbana. Dessa forma, com 59.783 habitantes, Boituva configura-se assim, como município em fase estratégica de reavaliação de seus modelos de planejamento urbano e ambiental, oferecendo ainda condições favoráveis para a criação e manutenção de um plano que congregue o urbano e o ambiental de forma harmônica.

Essa necessidade surge pela forma negligente com que o planejamento urbano lida com o ambiental, agravando desigualdades sociais devido à falta de acesso ao meio ambiente saudável e seguro por parte da população. Desta forma, a dimensão ambiental urbana deve ser avaliada como elemento fundamental para que as cidades cumpram sua função social (BRAGA, 2001).

O planejamento urbano, aliado a uma perspectiva ambiental deve levar em consideração os elementos naturais como condicionantes, como o relevo. No entanto, a maioria dos planos urbanos e mapas de zoneamento simplesmente desconsideram o relevo como parte integrante, mais além, como substrato para de toda a atividade humana.

Nesse trabalho se considerou a Geomorfologia como a teoria mais apropriada para nortear o levantamento, análise e discussão dos resultados de uma pesquisa que envolve a compreensão integrada da paisagem, seus elementos principais bem como os processos ambientais de uma determinada área. Ao lançar um olhar para as feições topográficas e os processos morfogênicos atuantes de uma região, a Geomorfologia permite visualizar com clareza os fluxos de entrada e saída de matéria e energia, além de oferece uma importante ferramenta para manejo e tomada de decisões tanto para as atividades agropecuárias como para as urbana-industriais.

A partir das bases teórico-metodológicas apresentadas nessa introdução, vale a pena discutir que tal aporte teórico necessita de um recorte espacial para que tanto as técnicas quanto as reflexões sejam desenvolvidas e aplicadas. Deste modo, mesmo tendo conhecimento de que o objeto de estudo está associado à unidade territorial do município de Boituva, parte das interpretações se darão tendo em vista à unidade espacial bacia hidrográfica, já que a mesma constitui forma natural originada a partir de um conjunto de elementos que interagem entre si.

A bacia hidrográfica tem seu uso preconizado como unidade básica de planejamento e gestão dos recursos naturais desde os anos 1960 na Geografia Física. Para Leopold (1968), considerar uma bacia hidrográfica como unidade de gestão impõe abordar todos os seus elementos e compreendê-la como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos.

No entanto, foi entre as décadas de 1990 e 2000 as bacias hidrográficas passaram a ser adotada por outros ramos das Ciências Ambientais, a ponto de o total de trabalhos que adotam bacias hidrográficas como unidade básica cresceu sete vezes se comparado com a década anterior (BOTELHO; DA SILVA, 2004).

As bacias hidrográficas podem ser entendidas como a menor unidade física em que é possível observar as relações ambientais, ou seja, os ciclos e energia e matéria que são a base e fundamentos da sustentabilidade ambiental. Isso porque a combinação dos diversos elementos que compõem uma bacia hidrográfica - como solo, água, ar, vegetação, etc. - permite identificar diversos processos relacionados. Dessa forma, é possível, pelos dados de infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação e outros, avaliar o equilíbrio e a qualidade ambiental de uma área (BOTELHO; DA SILVA, 2004).

A dificuldade, porém, segundo Barbosa e Carvalho (2010), está no nível de detalhamento, que precisa ser compatível com a escala urbana utilizada para definir os padrões de uso e ocupação do solo o desenho dos arruamentos e a localização dos lotes urbanos. Neste contexto, os autores propõem o uso das vertentes da bacia, como unidade espacial de análise geomorfológica.

Desta forma, o presente estudo insere-se sob o tema meio ambiente, na área de planejamento urbano, tendo como temática central a definição das áreas aptas à

expansão urbana, abordando as bacias hidrográficas como elemento de pesquisa, planejamento e gestão de território. Para tanto, foi escolhida a sub-bacia do Ribeirão do Jerivá, no município de Boituva-SP.

Parte da análise contida neste texto faz parte do levantamento do meio físico de município de Boituva-SP (Subprojeto 3) realizado dentro do projeto “Planejamento Ambiental e Priorização de Áreas para conservação em Boituva/SP”, financiado pela Fehidro, que está mapeando e classificando os fragmentos de vegetação nativa do município e que devem ser conservados.

Essa dissertação está estruturada da seguinte forma: a seção “Fundamentação Teórica” traça um resumo do corpo teórico da pesquisa e está dividida nos temas “Apropriação do Relevo”, “Impactos da Urbanização no Brasil”, “Bacias Hidrográficas na Análise Ambiental”, “Dinâmica da Encosta” e “Geomorfologia Urbana”; Em seguida é traçada uma caracterização da área de estudo que envolve localização, aspectos geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos, pedológicos e clima, abrangendo diferentes níveis de detalhamento que vão da bacia hidrográfica ao contexto regional; O capítulo “Procedimentos Metodológico” mostra a sequência processual da pesquisa, com um relato sobre a confecção dos mapas temáticos, tão presentes nesse trabalho; Por fim, os “Resultados e Discussões” se concentram em uma análise das Unidades do relevo, dinâmica da paisagem e análise ambiental da área de estudo. Em seguida estuda a dispersão urbana e sobre a apropriação do relevo na Bacia do Ribeirão do Jerivá. Por fim, três perfis topográficos de áreas-chaves foram examinadas do ponto de vista geomorfológico e da ocupação urbana; Por fim, esse capítulo é procedido das “Considerações Finais” e “Referências”.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Relacionar os conflitos ambientais entre ocupação urbana e apropriação do relevo na Bacia do Ribeirão do Jerivá, no município de Boituva-SP.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Análise ambiental e dinâmica da paisagem na Bacia do Ribeirão do Jerivá, município de Boituva, São Paulo;
- b) Identificar aspectos da urbanização na área de estudo;
- c) Discutir a compatibilidade entre os tipos de ocupação urbana as características das vertentes e fundos de vale.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo apresenta um resumo do corpo teórico da pesquisa. Encontra-se dividido em um apanhado sobre os apropriação do relevo, impactos da urbanização no Brasil, seguido por tópicos pertinentes à Geografia Física, como Bacias Hidrográficas na análise ambiental, Dinâmica da Encosta e a Geomorfologia Urbana.

#### 3.1 APROPRIAÇÃO DO RELEVO E IMPACTOS AMBIENTAIS DA URBANIZAÇÃO

Em 2008, um estudo da Emplasa apontou a constituição da primeira macro metrópole do Hemisfério Sul. Com base em imagens do Inpe, o estudo mostrou que um vazio de apenas 14 quilômetros separava os bairros mais distantes do centro das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas. Com o estabelecimento legal de outras regiões metropolitanas e aglomerados urbanos, a Macro metrópole Paulista (MMP) corresponde atualmente 21,5% do território do Estado de São Paulo. No entanto, metade das áreas urbanas estão dentro da MMP. São 173 municípios que concentravam, em 2010, 73,3% do total da população paulista, 83,4% do PIB estadual e 27,6% do PIB brasileiro (EMPLASA, 2017).

A delimitação histórica dessa realidade está fincada no início do século 20. Mais precisamente, como lembra Secchi e Ingallina, 2006 ao citar o historiador britânico Eric Hobsbawm, entre a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) e o início dos anos 1990, chamado de “século breve”, pelo historiador. A maioria das experiências em planejamento urbano está concentrada nesse período: as cidades do New Deal norte-americanas; o urbanismo soviético e as cidades do leste europeu; as cidades planejadas; a reconstrução pós Segunda Guerra; a experiência das megalópolis.

No entanto, é preciso diferenciar os movimentos ocorridos nos países industrializados e os de matriz comunista, do que ocorreu no terceiro mundo, especialmente a urbanização experimentada na América Latina. De acordo com (SINGER, 1986), a industrialização é necessariamente um fenômeno urbano. Quando a fábrica não surge já na cidade, é a cidade que se forma em volta dela. Pois, exige nas proximidades muitos trabalhadores, serviços de infraestrutura como

transporte, armazenamento, energia, entre outros itens necessários para o efetivo e satisfatório funcionamento dela.

Esse fenômeno ocorreu em todo o mundo devido ao poder econômico do capitalismo. Porém, a urbanização de grande parte dos países subdesenvolvidos deve-se à industrialização tardia da periferia, que atraiu a massa de mão-de-obra expulsa do campo. Esse fato provocou, principalmente a partir dos anos de 1960, a explosão de polos urbanos do Terceiro Mundo, que não possuíam habitações, infraestrutura e equipamentos urbanos para garantir a qualidade de vida da população. Essa é a “urbanização pobre”, que se refere Kowarick (1980), com aglomerações irregulares, ocupando áreas de proteção ambiental, de risco, em encostas íngremes e fundos de vale, sem nenhuma regulamentação ou planejamento da expansão urbana.

O processo de urbanização no Brasil inicia-se na década de 50 com o aumento da população e o desenvolvimento do espaço urbano. Os moradores do campo mudam-se para as cidades atrás de melhores condições de vida, surgindo então uma correlação imediata entre emprego e metropolização (SOUZA, 2003). Em pouco mais de uma geração a partir dos meados do século passado, o Brasil, um país predominantemente agrário, transformou-se em um país virtualmente urbanizado. Em 1950, tinha uma população de 33 milhões de camponeses – em crescimento -, com 19 milhões de habitantes nas cidades, ao passo que hoje tem a mesma população no ‘campo’ - agora diminuindo - e a população urbana sextuplicou para mais de 120 milhões no início dos anos 2000. É claro que transformações quantitativas de tal magnitude implicam transformações qualitativas profundas. O país, se não está inteiramente ‘urbanizado’, tem seguramente caráter preponderantemente urbano (DEÁK; SCHIFFER, 1999)

Castells (1983) faz uma importante reflexão sobre a urbanização na América Latina “e outras regiões ditas “Terceiro Mundo”. Segundo ele, num corte estatístico entre cidades com 100 mil habitantes, a taxa de urbanização na década de 1960 era praticamente igual à da Europa (27,4% e 29,6% respectivamente); enquanto a urbanização era maior na América Latina (14,7% contra 12,5%).

Segundo o urbanista Nestor Goulart Reis, em entrevista concedida à Agência Fapesp, pesquisas mostram que nas últimas décadas houve um crescimento da população nos grandes centros urbanos. No entanto, em contrapartida essa população mora cada vez mais afastada dos centros consolidados das grandes

idades, caracterizando um “esgarçamento” do tecido interurbano. “Em 1940 o Brasil tinha 42 milhões de habitantes, sendo 13 milhões urbanos e 29 milhões rurais. Hoje, temos 190 milhões de habitantes, sendo 30 milhões rurais e 160 milhões urbanos. Trata-se de um país urbano. Em pouco mais de 60 anos, a população urbana cresceu mais de 12 vezes. Foi o maior processo migratório rural-urbano da história. Só foi ultrapassado recentemente pela China. Isso é tão sério que os demógrafos chineses estão estudando a formação das cidades médias brasileiras”, afirma Goulart (CASTRO, 2009)

Gorski (2008) afirma que no Brasil, principalmente após a década de 1950, a maioria dos cursos d’água localizados no meio urbano sofre um processo histórico de degradação. Essa observação é compatível com o crescimento abrupto da população urbana. Além da precariedade do saneamento básico e do aumento da poluição difusa, os trechos urbanizados de cursos d’água, e os rios urbanos são modificados por obras hidráulicas de canalização e retificação e comprimidos pela ocupação irregular de suas margens. Para Ross, 2005, os diagnósticos ambientais, criação de diretrizes de modo a racionalizar o uso dos recursos naturais podem se tornar uma alternativa para minimizar a deterioração do meio-ambiente.

Com o estabelecimento do Estatuto da Cidade o planejamento urbano no País passou por algumas transformações. Uma das mais importante é a obrigação de considerar nos Planos Diretores toda a extensão territorial do município. Não apenas a área urbana, mas também a rural. Essa imposição legal incorpora a necessidade de levar em conta as novas dinâmicas socioespaciais contemporâneas e a discussão em torno do meio ambiente (SANTORO, 2012).

Ao estabelecer que cabe ao município regular as atividades e o uso do solo em toda a área da cidade, o legislador esperava estabelecer um marco que regulasse várias questões como a expansão urbana, a preservação do meio ambiente e o uso social da terra. No entanto, o caráter urbano do Estatuto da Cidade, as lacunas legais e a sobreposição com leis federais e estaduais ainda vigentes, ajudaram a perpetuar a crise urbana refletida no crescimento desordenado, no espraiamento dos perímetros urbanos, na ocupação do relevo sem habilidade para a urbanização, e em mais e mais impactos para o meio ambiente, mesmo com

boa parte dos municípios do país com mais de 20 mil habitantes estarem na segunda edição dos seus planos diretores (GROSTEIN, 2001).

Sabe-se que do ponto de vista ambiental os processos relativos à ocupação antrópicas, tanto rurais quanto urbanos, possuem alto fator de correlação ambiental, principalmente no que tange aos setores de transição. Santoro, Ferrara e Whately (2008) afirmam que o discurso ambiental sobre viés da conservação aliado a um melhor aproveitamento das áreas vazias dentro do perímetro urbano constitui um forte argumento contrário ao discurso que prega que desenvolvimento é crescimento a qualquer custo.

Ainda que seja possível conservar dentro do perímetro urbano, é na área rural que, em teoria, há melhores condições ambientais para tal objetivo. No entanto, nas últimas décadas, especialmente no Estado de São Paulo, é possível observar que o crescimento do perímetro urbano muitas vezes vem acompanhado da regularização de parcelamento do solo em terras classificadas legalmente como rurais, normatizando, segundo Santoro (2012) a dispersão urbana. Essa dispersão é alvo de pesquisas no mundo. Inicialmente a ciência tratou o fenômeno como essencialmente americano, incentivado pela política de crédito do pós-guerra que levou a população dos EUA a migrarem para subúrbios das grandes cidades. No entanto, uma revisão feita pela Agência Européia do Meio Ambiente (EEA na sigla em inglês) constatou que o espalhamento ou alastramento urbano havia impactado também cidades na Europa. Entre as décadas de 1950 e 1990, a cidade de Palermo, na Itália, experimentou um aumento de 50% da população. No entanto, a mancha urbana da cidade cresceu 200% (LUDLOW, 2006).

Antes o que tínhamos era a expansão de uma malha contínua a se espriar e estender a partir do que conhecíamos enquanto cidade sobre o espaço “natural”, hoje esta disseminação dá-se de forma difusa e segmentada sem que haja necessariamente uma continuidade e contiguidade física entre os aglomerados e emerge em diversos pontos e manchas (LIMONAD, 1999).

As primeiras publicações que citam o que os norte-americanos chamam de “urban sprawl” ou somente “sprawl”, data da década de 1960. Segundo Kieffer (1988) a expressão se referia a um tipo de urbanização descontrolada dos subúrbios das grandes cidades. Ainda há uma discussão sobre a melhor definição do fenômeno. De maneira geral está o crescimento da mancha urbana em detrimento à



população. No Brasil, a dispersão urbana se caracteriza pelo desenvolvimento urbano não-conurbado, com aumento das distâncias entre o perímetro urbano consolidado e núcleos urbanizados. Inicialmente se deu com a “expulsão” da população mais pobre dos centros urbanos, seguida da valorização do solo urbano em áreas de urbanização consolidada. Nas duas últimas décadas houve uma alteração nesse padrão. A multiplicação dos condomínios fechados assumiu uma característica mais próxima ao fenômeno observado nos EUA. A dicotomia “centro-periferia” visto na saída dos menos favorecidos do centro das cidades dá lugar ao “pobre-rico”, mantendo-se o padrão de segregação espacial que o espraiamento urbano representa (OJIMA, 2010).

Esse espraiamento, seja para um assentamento irregular ou para um condomínio de alto padrão se dá pela conversão de terras legalmente rurais em urbanas, normalmente em uma lógica que não promove inclusão social e tão pouco é ambientalmente equilibrada. (SANTORO, 2012). Esse movimento força o Estado a fornecer infraestrutura e linhas de abastecimento, valorizando terras são parceladas ou sem função social que se localizam entre o novo loteamento e o centro urbano consolidado. Esse processo de esgarçamento do tecido urbano cria núcleo separados por espaços intersticiais que configuram um único sistema urbano, tem como consequências o aumento a o perímetro considerado urbano pela prefeitura, levando a conversão forçada de áreas rurais em urbanas e um aumento superficial do preço da terra (SCHUTZER, 2012).

### 3.2 BACIA HIDROGRÁFICA NA PESQUISA AMBIENTAL

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia desde a década de 1960. Contudo, foi em 2000 que seu uso como unidade de pesquisa e gestão foi incorporado por pesquisadores e profissionais das Ciências Ambientais. (BOTELHO; SILVA, 2004). Para os autores, a bacia hidrográfica é uma unidade natural e célula básica de análise ambiental, pois, permite conhecer e avaliar os componentes, processos e interações, permitindo uma visão sistêmica e integrada do meio ambiente e da qualidade ambiental.

Para Tucci (1997), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água das chuvas, que a faz convergir para um único ponto de saída, chamado de foz ou exutório. A rede de drenagem permite, deste modo, delinear as bacias e sub-

bacias de um sistema. A conceituação de bacia hidrográfica apresentada anteriormente é em geral bem aceita na literatura específica. As diferenças começam a aparecer quando se aproxima dos detalhes e os estudos passam a focar nas sub-bacias hidrográficas.

Pesquisas de Botelho e Corato (2001) sobre artigos publicados em revistas científicas mostrou que não existe uma padronização de tamanho para definir o que é bacia hidrográfica e o que é sub bacia (as autoras se referem a microbacia). Segundo o estudo, sub-bacias hidrográfica variam entre 0,8 km<sup>2</sup> e 700 km<sup>2</sup>; já bacias hidrográficas ficam em um intervalo entre 5 e 100.000 km<sup>2</sup>.

Por mais que o termo microbacia tenha sido incorporado ao longo da história de algumas legislações, documentos oficiais e artigos acadêmicos, a mesma pode trazer consigo uma noção mais simplificada, de influência mais pontual, não correspondendo assim ao fluxo dinâmica desencadeado pelas bacias. Para (ALVES et al., 2012). Para Santana (2003), o termo microbacia, embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, sugerindo o autor a sua substituição por sub-bacia hidrográfica. Este esclarecimento conceitual se faz necessário para explicar o motivo pelo qual será utilizado o termo bacia hidrográfico e sub-bacia hidrográfica, integrando-as sempre que possível, às abordagens da unidade territorial político-administrativa do município.

Quanto ao tamanho, Porto e Porto (2008) afirma que “a questão da escala a ser utilizada depende do problema a ser solucionado”. E explicam: pode ser uma “pequena bacia de 0,5 km<sup>2</sup> numa área urbana, como na bacia do Rio São Francisco, com mais de seus 600.000 km<sup>2</sup> de área. Esse conceito sistêmico adapta-se muito bem aos sistemas de gestão de recursos hídricos.”

Na legislação, a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, agrupa princípios para a gestão de recursos hídricos bem como a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Por isso a importância de compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões. Muitos textos acadêmicos se referem às possibilidades de adoção da bacia hidrográfica no zoneamento ambiental focado em recursos hídricos. De fato, as bacias hidrográficas são fundamentais para compreender os ciclos hidrológico e as diferenças de dinâmica ambiental entre os meios urbanizados e não-urbanizados.

O conceito de ciclo hidrológico pode ser definido como o fenômeno da circulação da água entre a atmosfera e a superfície terrestre. Em termos globais, trata-se de um sistema fechado, porém, no nível de detalhamento regional, é um sistema aberto, uma vez que a chuva que cai em um local pode ter sido alimentada por sistemas longe dali (BOTELHO; DA SILVA, 2004).

Ao cair sobre a superfície terrestre, o ciclo hidrológico é alterado dependendo do uso e ocupação do solo. Em ambientes rurais, mesmo em locais onde a vegetação nativa foi suprimida, ainda há água infiltrando no solo. Essa infiltração só é maior ou menor dependendo de fatores como volume, intensidade das chuvas, características das encostas e propriedades do solo.

No entanto, em ambientes urbanos, em que centenas de quilômetros quadrados de solo foram impermeabilizados por concreto e asfalto, não há infiltração de água no solo. Apenas um grande incremento nos fluxos superficiais, que chegam aos canais principais rapidamente, gerando deslizamentos, enchentes, assoreamentos, erosões, poluição etc., atingindo toda a sociedade, mas principalmente as populações mais carentes (CARVALHO; BRAGA, 2001).

A necessidade de incorporar a questão ambiental no planejamento mediante a avaliação da compartimentação do sítio urbano definida pela rede hidrográfica se justifica tecnicamente pelo fato de os problemas urbanos mais comuns resultantes dos impactos ambientais nas cidades estarem relacionados à água.

Obviamente os recursos hídricos são parte integrante das análises, tanto ambientais quanto urbanas, que utilizam bacias hidrográficas como unidades de planejamento e gestão. No entanto, a bacia como recorte geográfico permite avaliação de outros elementos, tanto naturais, quanto antrópicos.

Assim como na questão ambiental, a bacia hidrográfica se mostra útil como recorte espacial para compreensão das relações urbanas, definição do zoneamento e macrozoneamento urbano. Para Dourojeanni e Jouravlev (2002) para além dos fatores ambientais, no território da bacia existem também os sistemas sócio-econômicos. Dessa forma, a bacia hidrográfica torna-se unidade de gestão territorial urbana.

No entanto, para a compreensão e gestão de áreas urbanas, as dimensões das bacias hidrográficas não privilegiam uma análise mais focada. Isso porque a dinâmica urbana se dá na dimensão do lote e quarteirão. Desse modo, a unidade

espacial que mais se aproxima do lote é a encosta. A vertente é o elemento dominante do relevo, onde se materializam as relações de forças produtivas e onde ficam impregnadas as transformações que compõem a paisagem (CASSETI, 2013).

### 3.3 ESCALA DA ENCOSTA

A maior parte da paisagem terrestre é composta por vertentes. São componentes básicos do relevo com uma extensa variedade de formas, desde superfícies retilíneas quase verticais, até vertentes tão suavemente inclinadas que quase se aproximam da horizontalidade. Seu estudo constitui-se num dos mais importantes da pesquisa geomorfológica, englobando a análise de processos e formas. O seu conceito é essencialmente dinâmico uma vez que se define pelas relações processuais geomórficas (CASSETI, 1991; CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para (TRICART, 1965), a vertente é a forma de relevo mais importante para o homem. A busca de se entender a evolução da vertente se caracteriza como subsídio à compreensão das formas atuais do relevo terrestre. Ainda segundo Casseti (1991), Gilbert foi o primeiro a tentar explicar a evolução das vertentes. Mas foi John T. Hack, que melhor descreveu que as formas de relevo e os depósitos superficiais possuem uma íntima relação com a estrutura geológica (litologia) e mecanismos de intemperização. Até hoje se utiliza uma metodologia criada por Hack (1973) para detectar anomalias em redes de drenagem.

O estudo das encostas constitui-se num dos mais importantes setores da pesquisa geomorfológica, envolvendo análise de processos e formas, cuja complexidade relaciona-se à ação de vários processos morfogenéticos responsáveis pela formação e remoção de material detrítico (CHRISTOFOLETTI, 1980).

De acordo com Christofolletti (1980), as vertentes podem variar tanto na forma, quanto no comprimento ou declividade. Essa variação pode ser observada no mesmo curso fluvial, dependendo de fatores como geologia, pedologia e clima.

Considerando as formas das vertentes existentes na paisagem terrestre (convexa, côncava, retilínea) verifica-se que as de perfil convexo-côncavo manifestam-se com mais evidência em climas úmidos e são características de processo de creep (rastejamento), erosão por splash (salpicamento) e divergência de fluxos, com lavagem da superfície do terreno.

As concavidades na base estão associadas tanto à erosão no setor superior quanto à deposição na porção inferior causadas pelo escoamento. Já as de perfil retilíneo (com segmento superior a 45°) são predominantes em clima secos os tipos de perfis de encosta predominantes na superfície, além de dependerem das variáveis estáticas (estrutura, litologia), também são resultantes da natureza dos processos morfogenéticos (condições dinâmicas); logo, das condições morfoclimáticas do passado, evidenciadas através de depósitos correlativos ou estrutura superficial. A rugosidade do terreno das vertentes também contribui para a variação do fluxo superficial.

Para o planejamento urbano, a vertente é o elemento dominante do relevo, onde se materializam as relações de forças produtivas e onde ficam impregnadas as transformações que compõem a paisagem (BARBOSA; CARVALHO; MATHIAS, 2010). A vertente, enquanto substrato da ocupação passa a incorporar o homem enquanto ser social e sua ação sobre esta através do processo de apropriação e transformação implica o estado de agravamento da sua evolução, tornando-se sensível na escala de tempo histórica.

Cassetti (1991) explica de maneira clara como a atuação do homem altera a vertente, deslocando seu delicado equilíbrio:

[...] A partir do momento em que o homem se apropria da vertente e inicia um processo de transformação, tendo-a como suporte ou recurso, o que normalmente se dá através do desmatamento, com consequentes cortes ou aterros, as relações processuais são alteradas: a chuva deixa de ser interceptada, proporcionando a desagregação mecânica do solo [...] (CASSETI, 1991)

Dentre os principais problemas urbanos condicionados às características do relevo estão os que decorrem da alteração do ciclo hidrológico. Com a impermeabilização do solo nas áreas urbanas há aumento da velocidade e do volume do escoamento superficial adiantando e aumentando o pico das enchentes e desencadeando processos erosivos.

Além disso, como forma mais abundante do relevo, é sobre ela que se expande uma cidade, tanto sua malha urbana, quanto os diferentes usos rurais ao longo do tempo histórico. Portanto, aqui se propõem utilizar as vertentes como sub-unidades de planejamento. Ou seja, como uma subdivisão da bacia hidrográfica.

Fazendo com que a escala de planejamento seja melhor compreendida no nível do lote urbano.

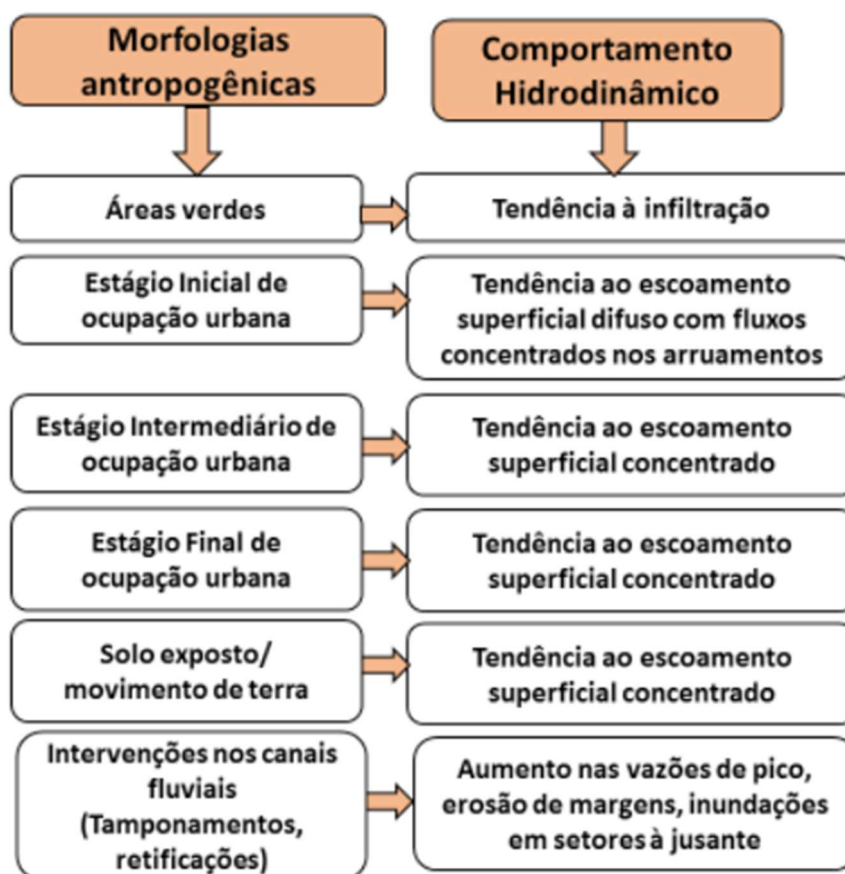
Devido às características hidromorfológicas naturais das vertentes, é possível estabelecer uma proposta de ocupação urbana seja favorável à manutenção da infiltração e da diminuição da produção de escoamento superficial, processos erosivos e enchentes (BARBOSA; CARVALHO, 2010).

As tendências de comportamento hidrodinâmico de cada segmento de vertente, baseado em sua morfologia, foi adaptado do trabalho de Gouveia & Rodrigues (2017):

- Elementos convexos e plano-convexos de alta vertente: São elementos que apresentam tendência a dispersar fluxos hídricos. Em condições originais, coberta por floresta, haveria um balanço entre infiltração e escoamento superficial. Sem cobertura, prevalece o elemento paralelo, aumentando o risco de movimentos de massa;
- Colos: elementos que apresentam tendência de reunir a água por escoamento superficial e subsuperficial, além de concentra detritos finos. São áreas sujeitas à erosão regressiva de cabeceiras;
- Elementos convexos e plano-convexos de baixa vertente: Em condições naturais, dispersa o fluxo d'água por escoamento superficial e, portanto, apresenta tendência à erosão laminar;
- Elementos côncavos e plano-côncavos e segmentos retilíneos de alta e baixa vertente: Essa forma do terreno apresenta o escoamento em superfícies e subsuperfícies, podendo gerar, em condições originais, concentração de fluxos, especialmente na baixa vertente;
- Terraços Fluviais - são trechos da planície de inundação e sopés das colinas. São normalmente instáveis, dificultando a instalação e manutenção de edificações e de infraestrutura superficial;
- Planícies de inundação - por constituírem-se em leito maior dos sistemas fluviais, ocorre o extravasamento e as águas espriam-se na planície de inundação. São elementos importantes por reterem a água temporariamente, reduzindo as vazões de pico.

Rodrigues e Gouveia (2017) ainda contribuem para entender a maneira com se comporta a água precipitada nas vertentes em diferentes fases de urbanização. Para isso as autoras traçaram um fluxograma para que liga ambos fatores (comportamento das vertentes e urbanização).

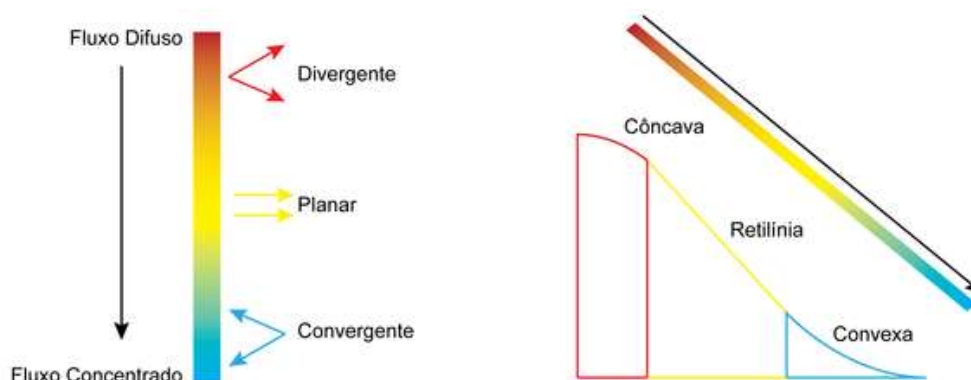
Fluxograma 1 - Comportamento hidrodinâmico das morfologias antropogênicas



Fonte: Rodrigues e Gouveia (2017), adaptado por Versolato (2019)

A classificação das vertentes em relação ao perfil é analisada de acordo com seu valor de curvatura em que teoricamente, as vertentes retilíneas têm valor de curvatura nulo, vertentes côncavas os têm positivos e convexas têm curvatura negativa, de acordo com (VALERIANO; ROSSETTI, 2011). Porém, vertentes com valores nulos são muito raras na natureza, assim muito pouco do que se entende como retilíneo apresenta valor de curvatura realmente nulo. Na prática, valores nulos são pertencentes a um intervalo de tolerância na vizinhança desse valor.

Figura 1 - Comportamento hídrico em perfil teórico da vertente



Fonte: Valeriano (2003), adaptado por Versolato (2019)

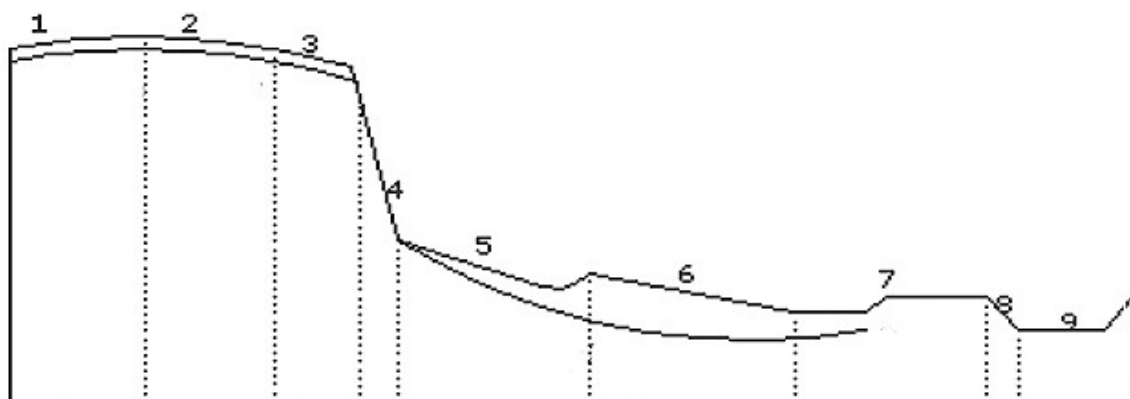
Atualmente, com os avanços dos sistemas computacionais já é possível avaliar o comportamento de um segmento de vertentes realizando simulações em ambiente 3D. No entanto, essa técnica esbarra na escassez de dados de elevação. Grandes prefeituras, como a de São Paulo, disponibilizam acervo com imagens de satélite de boa resolução e levantamentos topográficos em escala adequada para essa simulação. No entanto, na grande parte dos municípios os levantamentos ainda precisam utilizar dados de elevação derivados do SRTM, com resolução de 30 metros por pixel, fornecidos pelo projeto Topodata/Inpe.

As vertentes podem ser avaliadas, segundo as metodologias apresentadas, todas em perfil ou em plano. Uma das mais utilizadas na literatura, segundo levantamento realizado por Christofolletti (1980), foi proposto por Dalrymple; Blong e Conacher (1968), trabalhando com áreas úmidas e super úmidas propuseram uma classificação que separa uma vertente hipotética em 9 setores delimitados em função da forma e dos processos morfogenéticos principais.

Segundo Christofolletti (op. cit.) os autores da proposta consideram a vertente como um sistema complexo tridimensional que se estende do interflúvio ao meio do leito fluvial e da superfície do solo ao limite superior da rocha não intemperizada. Obviamente, as nove formas não estarão presentes na vertente analisada, nem mesmo na ordem proposta. Na verdade, o grande mérito desse modelo é apresentar situações variadas que podem ocorrer ao longo de uma vertente real, independente da sequência projetada.



Figura 2 - Sistema de vertentes proposto por Dalrymple; Blong e Conacher (1968)



Fonte: Dalrymple, Blong & Conacher, 1968 apud Christofolletti, 1980, adaptado por Versolato (2019)

Tabela 1 - Descrição das 9 unidades de uma vertente hipotética

Unidades da Vertente	Processos Geomofológicos Dominantes
1 – Interflúvio ( $0^{\circ}$ - $1^{\circ}$ )	Processos pedogenéticos associados a movimentos vertical da água superficial.
2 – Declividades com infiltração ( $2^{\circ}$ - $4^{\circ}$ )	Eluviação mecânica e química pelo movimento lateral da água subsuperficial.
3 – Declive convexo com reptação	Reptação e formação de terracetes.
4 – Escarpas (ângulo mínimo de $45^{\circ}$ )	Desmoronamentos, deslizamentos, intemperismo químico e mecânico.
5 – Declives intermediário de transporte	Transporte de material pelos movimentos coletivos do solo, ação da água superficial e subsuperficial.
6 – Sopé Coluvial (ângulo entre $26^{\circ}$ - $35^{\circ}$ )	Reposição do material pelos movimentos Coletivos e escoamento superficial.
7 – Declives Aluviais ( $0^{\circ}$ - $4^{\circ}$ )	Deposição aluvial; processos oriundos do movimento subsuperficial da água.
8 – Margens de curso de água	Deslizamento, desmoronamento.
9 – Leito do curso de água	Transporte de material para a jusante pela ação da água.

Fonte: Christofolletti (1980), adaptado por Versolato (2019)

Na realidade, pesquisas que utilizam esse modelo, correlacionam a existência de algumas unidades em cada vertente. Na maioria das vertentes analisadas, apenas há apenas poucas dos segmentos propostos. O modelo apresentado pelos autores a ser utilizado nesse trabalho tem funcionado em diversos trabalhos, no entanto, para trabalhar no nível das micros feições há uma série de técnicas de

geoprocessamento que utilizam Modelo Digital de Terreno de altíssima resolução e modelos matemáticos. Segundo Valeriano (2004), devido à carência de mapeamentos de base em escala de detalhe, à extensão territorial há a necessidade de buscar novas metodologias de mapeamento com os recursos técnicos e operacionais disponíveis no momento.

Dessa forma se espera que o desenvolvimento das geotecnologias inseridas no contexto da análise digital do relevo em ambiente SIG, configurem em um cenário favorável para a aplicação de técnicas paramétricas utilizadas na mensuração, identificação e classificação de feições e unidades do relevo que possam contribuir e dar suporte aos trabalhos de cartografia geomorfológica.

### 3.4 GEOMORFOLOGIA NO PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL

Os processos decorrentes apropriação do relevo são apontados por inúmeros trabalhos como responsáveis por diversas formas de degradação ambiental. A sociedade, ao apropriar e ocupar o relevo, passa a interferir diretamente nos processos morfodinâmicos. Para Pedro, (2008) a ação humana sobre a natureza tem consequências negativas quando age modificando o relevo, alterando a dinâmica geomorfológica e na criação de depósitos tecnogênicos devido a um conjunto de ações denominada tecnogênese.

Quando na primeira natureza, o relevo caracteriza-se como suporte de sustentação da natureza (meio físico, biota...), mas quando este é apropriado e ocupado pela sociedade capitalista, passa a ser concebido como propriedade privada e torna-se o sustentador do sítio urbano.

Para Rodrigues (2005), tal ambiente tem início com a apropriação da natureza e suas modificações, passando a compreender desde o sítio urbano até as edificações. Inclui também a memória, as representações, as normas jurídicas e toda a sorte de problemas e contradições que decorrem de sua dinâmica sócio produtiva. O ambiente urbano é, de tal forma, fruto ou materialização de um modelo de sociedade. Por consequência, seria “um equívoco pensar que problemas urbanos podem ser resolvidos sem solução da problemática social.

As áreas urbanizadas apresentam processos de apropriação e ocupação diferenciados e desiguais. E dentro desta lógica é possível identificar com

clareza os contrastes existentes entre: vertentes que são ocupadas por favelas, quando comparadas a outras vertentes ocupadas com bairros de classe média-alta e condomínios fechados de luxo. . A paisagem apresenta-se dessa maneira desigual, pois quando analisada a forma, ou seja, os elementos concretos que a constituem, nota-se que cada paisagem possui componentes sociais e naturais diferentes.

A transformação da paisagem ocorre por meio da intervenção da sociedade, que evidencia o modo de produzir e de consumir o espaço urbano. Assim, os compartimentos geomorfológicos são apropriados e ocupados pela mesma, que os esculturam a partir de construções e edificações com diversos usos.

O relevo torna-se mercadoria e passa a ter valor de uso e de troca. Como exemplo, ressaltam-se alguns compartimentos do relevo que podem adquirir uma valorização, perante o mercado imobiliário, significativa em relação a outros. Isso dependerá da infraestrutura instalada, além dos interesses dos agentes de produção do espaço urbano, que pode tornar um compartimento geomorfológico ou até mesmo um setor do relevo valorizado ou não. Nesta perspectiva, a vertente é caracterizada como suporte ou recurso, como nas demais formas de relações possíveis. O relevo, em seu sentido natural, caracteriza-se como suporte de sustentação da natureza (animais, vegetação, hidrografia, pedologia etc.), mas quando este é apropriado e ocupado pela sociedade capitalista, passa a ser concebido como propriedade privada e torna-se o sustentador do sítio urbano (GIRÃO; CORRÊA; TEIXEIRA, 2007).

A partir desse momento o relevo torna-se um recurso, que pode ou não ser especulado pelo setor imobiliário. O relevo que recebe infraestrutura básica e alguns serviços, passa a ser valorizado, em detrimento daqueles que não recebem. Também pode-se comparar os contrastes entre as ocupações de áreas estáveis e permissíveis a implantação de edificações, com as ocupações de áreas de risco (instáveis), consideradas “clandestinas” ou “irregulares”, como alguns fundos de vales ou vertentes com fortes declives. Essas de vale ocorrem por causa dos interesses dos agentes de produção do espaço. A relação entre os homens mediados pela capacidade de produzir, se concretiza no espaço. A paisagem apresenta-se dessa maneira desigual, pois quando analisada a forma,

ou seja, os elementos concretos que a constituem, nota-se que cada paisagem possui componentes sociais e naturais diferentes (MÍYAZAKI, 2014).

Os problemas ambientais estão expressos no espaço urbano de forma desigual, bem como na paisagem. São mais significativos em ambientes urbanos com ocupação das classes sociais menos favorecidas (baixo poder de consumo), ao contrário das classes mais favorecidas (alto poder de consumo). É nesse ambiente urbano, que expressa conflitos, desigualdades, contradições, que se encontram diferentes manifestações de impactos. Estes por sua vez, são gerados por uma sociedade consumista, cujo tempo que faz (tempo histórico) contribui na aceleração dos processos naturais, como os morfodinâmicos. Esses impactos são produzidos e induzidos pelas ações da sociedade (CRUZ, 2011).

No momento que a população interfere na dinâmica da natureza, por meio da apropriação e ocupação do relevo, muda-se todo o comportamento de diferentes processos, tais como, escoamento, infiltração, intemperização entre outros. É possível identificar as alterações na dinâmica natural dos fluxos, no qual o ciclo hidrológico é afetado. Assim, a infiltração natural das águas pluviais é modificada principalmente por causa da retirada da cobertura vegetal e pela impermeabilização do solo. Isso gera um aumento do escoamento superficial, que pode se agravar dependendo da morfologia da vertente e o comprimento de rampa.

A disposição das vias públicas também pode influenciar a degradação dos ambientes urbanos, isso por promover a concentração e canalização dos fluxos pluviais para determinados locais, que ao recebê-lo pode gerar problemas ambientais urbanos do tipo alagamentos, erosões, desabamento etc. Com isso, muitos sedimentos, detritos advindos das áreas de topos e das vertentes, são transportados, depositados e acumulados em áreas mais baixas do relevo. Os fundos de vale acabam sendo os maiores receptores e acumuladores desses materiais. Nestes ambientes pode-se encontrar, além de sulcos erosivos, ravinas e voçorocas, os depósitos tecnogênicos (PEDRO, 2008).

Nesse processo dinâmico de troca permanente de energia e matéria entre os componentes da natureza acrescidos das inserções humanas por meio de seus modos de produção e de apropriação dos recursos naturais, existem influências na intensidade do fluxos energéticos que

modificam os ritmos dos processos interagentes, evidencia-se assim que as inserções humanas, por mais tecnicizadas que possam ser, não criam natureza, não modificam as leis da natureza, apenas interferem nos fluxos de energia e matéria alterando suas intensidades, forçando-a a encontrar novos pontos de equilíbrio funcional. (ROSS, 2006 p.21)

Dessa forma, a Geomorfologia é uma ciência que se presta a planejar a ocupação de novas áreas, na avaliação de possíveis efeitos da resposta das feições geomorfológicas sobre o tipo de ocupação, além da prevenção ou mesmo recuperação de áreas afetadas por processos de degradação ambiental (MEDINA; DANTAS; SAADI, 2005).

## 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente capítulo apresenta uma caracterização ambiental da área de estudo. Primeiro, definindo a localização e respectivo mapa; em seguida é apresentado os aspectos geológicos, hidrogeológicos, pedológicos e geomorfológicos da área, além de aspectos do clima local

### 4.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo é constituída por um recorte geográfico do município de Boituva (Mapa 1), que utiliza os limites da sub-bacia do Ribeirão do Jerivá como unidade de estudo. Inserida completamente dentro dos limites de Boituva, suas águas desembocam diretamente no Rio Sorocaba. Localizada na porção Noroeste do município, a sub-bacia do Ribeirão do Jerivá tem 45,34 km<sup>2</sup> de área e 29,46 km<sup>2</sup> de perímetro. Boa parte de suas cabeceiras estão ocupadas com áreas urbanizadas ou atividades agropastoris.

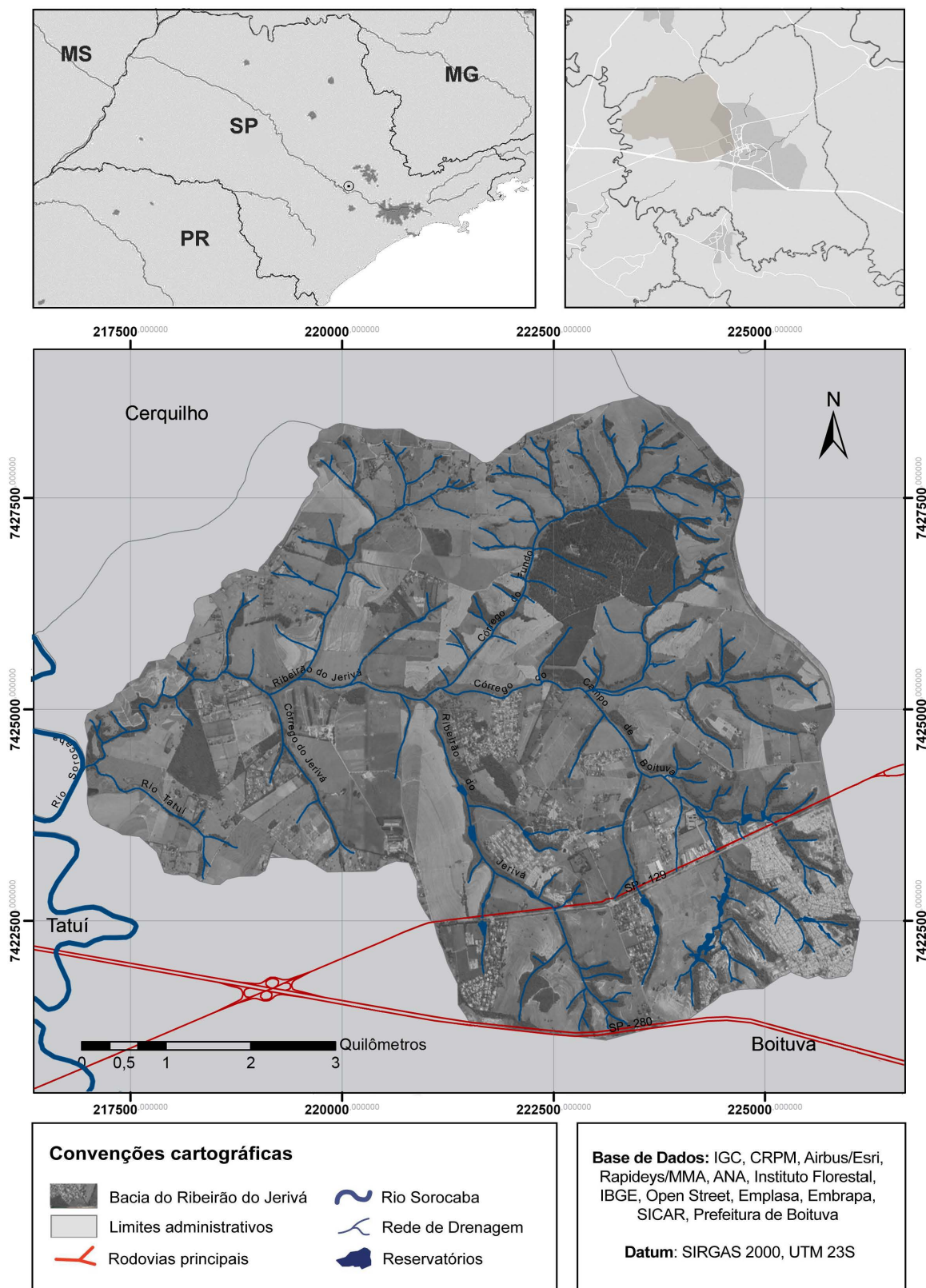
As nascentes a Sul e Sudeste estão inseridas dentro do perímetro urbano de Boituva. A altitude varia entre 638 e 518 metros acima do nível do mar. Os limites da porção mais a Sul da bacia tiveram sua morfologia original alterada pelo alteamento da rodovia Castelo Branco (SP-280). Os limites a Leste respeitam o curso da linha férrea. A áreas mais urbanizada da bacia compreende a área entre a SP-280 e a SP-129, no entanto, outros núcleos urbanos, com infraestrutura de água e coleta de lixo são observados em toda metade sul, da parte mais alta e plana, junto às rodovias, até o fundo de vale.

Boituva está inserida dentro da região metropolitana de Sorocaba, no Estado de São Paulo, nas coordenadas 47° 78' 28" W, 23° 19' 08" S e 47° 57' 15" E, 23° 37' 98" S. Com 248,954 km<sup>2</sup>, Boituva faz fronteira com os municípios de Cerquilha, Tietê, Porto Feliz, Iperó e Tatuí. Em termos geomorfológicos, o município está localizado na Depressão Periférica Paulista, dentro da Zona do Médio Tietê, segundo divisão estabelecida por Deffontaines (Almeida 1974).

Boituva faz parte da URGHI 10 (Sorocaba/Médio Tietê). Na divisão político-administrativa do Estado de São Paulo, o município faz parte da Região Metropolitana (RM) de Sorocaba, que por sua vez integra a Macrometrópole Paulista.

Mapa 1 - Mapa de localização da área de estudo

## Contexto de localização do município no Estado de São Paulo



Fonte: Versolato (2019)

## 4.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Exceto por alguns poucos depósitos aluviais do Rio Sorocaba na parte Sul do município, Boituva está toda inserida sobre o Grupo Itararé (Mapa 2). Trata-se de uma formação geológica que apresenta um dos mais expressivos registros da glaciação ocorrida durante o final do Carbonífero e início do Permiano, no continente Gondwana.

Esse evento acumulou centenas de metros de sedimento de natureza glicogênica, além de outros tipos litográficos como a geração de pavimento polidos ou estriados na base de rocha cristalina. Sua variação faciológica é intensa e diversa, tanto lateral quanto vertical, resultado de um complexo sistema deposicional que abrange depósitos glaciais terrestres, depósitos de ambientes marinhos, sistemas costeiros, especialmente os de característica deltaicas, leques aluviais, planícies de outwash, sistemas de plataformas e leques subaquosos, além de sedimentação marinha distal. (SANTOS ET AL., 1996; WEINSCHÜTZ, 2006).

De acordo com Arab; Perinotto e Assine (2009), o Grupo Itararé, é uma das mais importantes unidades da Bacia Sedimentar do Rio Paraná. Sua presença vai do sudoeste de Minas Gerais até a porção leste de Santa Catarina, abrangendo também os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul. Aflora a Sudeste e a Nordeste da Bacia e emerge no centro, chegando a registrar mais de 1.000 metros de espessura, e adelga-se nas bordas Norte e Sul.

Desde a década de 1940, especialistas tentam sem consenso estabelecer uma divisão do Grupo Itararé, que permanece indiviso. De qualquer modo, ao longo da história léxica para as terminologias das rochas para a bacia sedimentar do Paraná, o material em questão também foi conhecido como Grupo Tubarão, o que pode ocasionar algumas confusões a depender da fonte consultada e seu ano de publicação.

Trata-se, portanto, de uma terminologia ainda muito discutida por especialistas da área, sendo constante encontrar também a denominação dessas rochas sedimentares de origens glaciais pertencentes ao Grupo Tubarão, como subgrupo Itararé, correspondendo, de qualquer forma a uma formação do período Permocarbonífero.





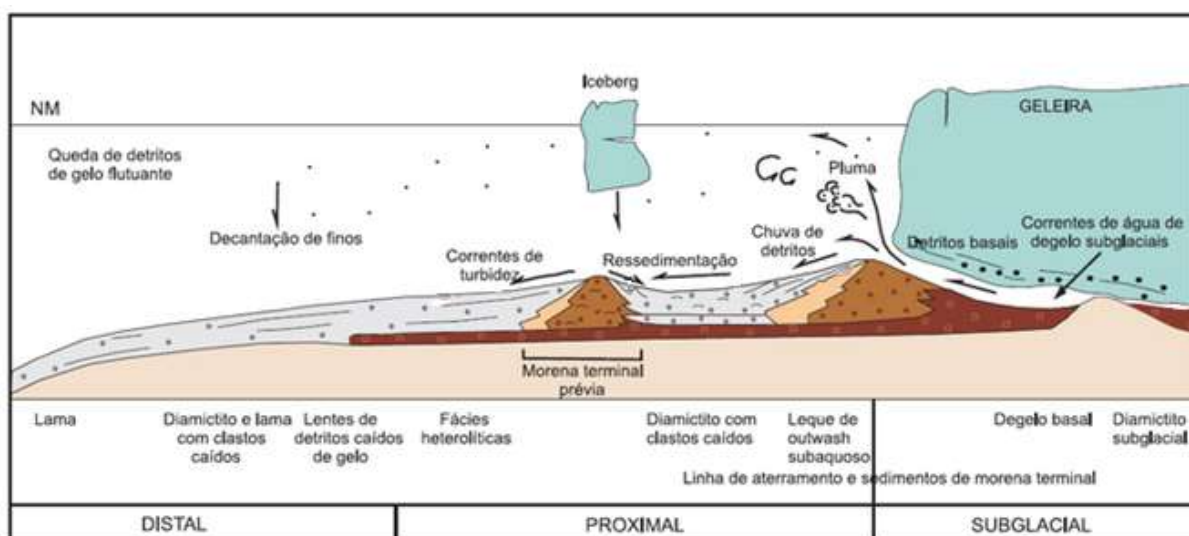
De forma resumida, o Grupo Itararé é composto pelos seguintes litotipos: arenitos, diamictitos, folhelhos, lamitos, siltitos e ritmitos (em ordem decrescente de abundância). Esses dados constam na literatura especializada, foram confirmados em campo e também nas amostras de poços artesianos cadastrados na base do CRPM.

Essa estratificação é disposta na paisagem através de litofácies contínuas, sendo tais formas relacionadas ao processo de deposição do material na paisagem. Assim, cada estratificação data um período da deposição distintamente das demais, onde se apresenta através de características específicas à época da deposição, como os fatores climáticos, relevo, possivelmente flora e fauna.

No caso da Bacia do Paraná, Perez-Vieira (2007) afirma que sua sedimentação foi controlada por fatores inerentes à tectônica regional, traduzidos pela subsidência causada por movimentos verticais oriundos da tectônica intracratônica e sobrecarga por acúmulo sedimentar.

A sedimentação do Itararé está necessariamente relacionada aos depósitos sedimentares ocorridos pelo avanço e recuo das geleiras (Figura 1) auxiliando na formação de feições estratificadas (litofaciais) dispostas de acordo com os períodos de deposição, além de aparecer na paisagem de forma paralela ou cruzada, como consequência dos diferentes eixos direcionais do transporte de sedimentos na superfície daquela paisagem paleozoica.

Figura 3 - Esquema da deposição de sedimentos pelo avanço da geleira



Fonte: Arab; Perinotto e Assine (2009), adaptado por Versolato (2019)

No período glacial e durante o posterior, o degelo obtém a interferência intrínseca do rearranjo isostático dos blocos da crosta, principalmente no avanço da geleira e no peso desse material glacial sobre os blocos. Isso provoca subsidência no local. Em sequência, tem a ocorrência do recuo da geleira que, por sua vez, alivia o peso, provocando novos arranjos na busca pelo equilíbrio isostático e consequente epirogenia (MILANI & RAMOS, 1996).

O processo de subsidência tem incidência diretamente com a descontinuidade das litofácies das camadas, epirogênese, dificultando os procedimentos de datum, ou mesmo o estabelecimento de subunidades sedimentares. Assim, observa os contínuos depósitos glaciais na configuração regional no estado de São Paulo. Na área de estudos, é possível observar esses depósitos dispostos na região de Araçoiaba da Serra, que correspondem a antigos mares rasos periglaciais e de planícies aluviais.

Nesse sentido, havendo a falta de algumas litofácies no perfil (hiatos), podem-se considerar as possíveis explicações: a não deposição do material sedimentar, ou a retirada deste, seja por mudanças climáticas ou mesmo pelo formato convexo do relevo, impedindo assim maiores deposições nessas áreas.

Diante do perfil, é possível visualizar alguns seixos pingados nas estratificações, justamente, depositados juntos aos materiais mais finos. A identificação de vestígios deixados na paisagem atual sejam eles relacionados à flora/fauna, ou até mesmo movimentos marcados por antigas drenagens, podem servir de auxílio numa na compreensão do paleoambiente.

Segundo Arab; Perinotto e Assine (2009), a análise integrada de paleocorrentes e paleoestrias, especificadamente para ambientes glaciais, ajuda na interpretação das relações entre as geleiras e a deposição dos sedimentos sendo de grande importância para a interpretação de um paleoambiente.

Sobre o desenvolvimento histórico do Itararé, aqui se adota a concepção de Milani (1997), que subdividiu o registro estratigráfico da Bacia do Paraná em seis supersequências: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo). As três primeiras correspondem a ciclos transgressivos-regressivos paleozoicos, e as demais são pacotes de rochas sedimentares continentais e rochas ígneas associadas.

A Supersequência Gondwana I compreende os grupos Itararé, Guatá e Passa Dois, sendo que este último engloba as formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. O pacote sedimentar denominado “Formação Corumbataí” é o equivalente litoestratigráfico da Formação Teresina, sendo aplicado para o domínio paulista da Bacia do Paraná.

Segundo Meglhoratti (2006), durante o final do Paleozoico a Bacia do Paraná foi afetada por dois grandes eventos tectônicos relacionados ao final da colisão das placas da Patagônia e Sulamericana, sendo elas as orogenias Tardi-herciniana (Sanrafaélica) dos Andes e a Fini-herciniana (Cabo-La Ventana).

Segundo Milani (1997), o intervalo que abrange o Grupo Itararé, na base, até as formações Rio do Rasto e Pirambóia (denominado Gondwana I) estaria relacionado a um ciclo de subsidência acelerada, acarretada por esforços flexurais da orogenia Tardi-herciniana (Sanrafaélica).

Milani (2004) relatou que em dados de sísmica de reflexão, as movimentações neopermianas se expressam como anticlinais desenvolvidos por esforços transpressivos nas proximidades dos grandes alinhamentos SW-NE.

É importante esclarecer que as rochas da Era Mesozoica, no estado de São Paulo correspondendo principalmente ao Grupo São Bento, arenitos das Formações Piramboia e Botucatu, bem como os basaltos da Formação Serra Geral, não estão presentes no município. Certamente já estiveram cobrindo a superfície atual do município, mas foram erodidas a partir do final do Cretáceo (DE ALMEIDA, 1986).

Na área de estudo são observadas intrusões de diabásio pertencentes à Formação Serra Geral, pertencente à Era Mesozóica.

Da Era Cenozóica, há materiais arenosos, com grânulos de quartzo subangulosos dispersos e matriz argilosa. Sobrepõem-se aos sedimentos do Subgrupo Itararé com passagem francamente erosiva constituída de fragmentos angulosos de crostas limoníticas.

Os depósitos cenozóicos coluvionais são homogêneos, arenáceos a rudáceos e são compostos por areias muito finas a grossas inconsolidadas de coloração avermelhada (SALLUN, 2003). Os depósitos cenozóicos quaternários estão presentes nos terraços fluviais dos principais sistemas de drenagem regional, como aqueles que podem ser verificados nas planícies fluviais do Rio Sorocaba, na porção sul do município de Boituva.

### 4.3 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

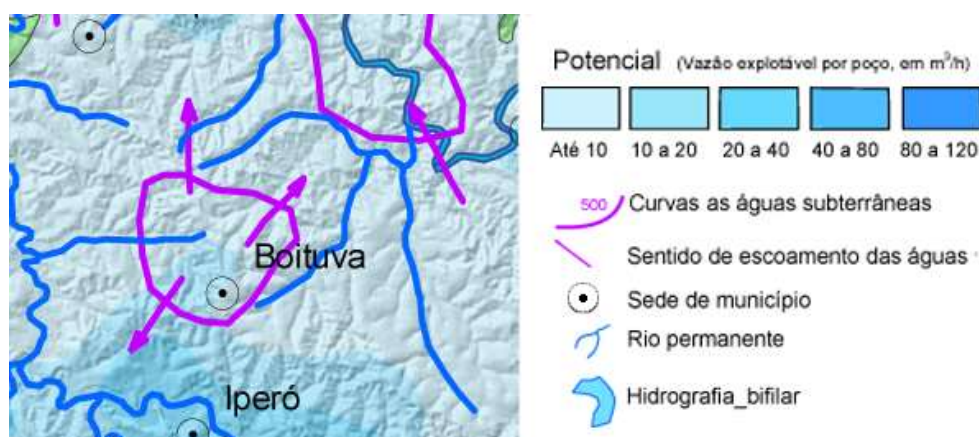
A CETESB opera, desde 1990, a Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, avaliando a qualidade dos principais sistemas aquíferos em 146 poços tubulares profundos. As águas subterrâneas que ocorrem nas rochas sedimentares, ou seja, nas rochas que estão presentes nos domínios de Boituva, refletem vazão entre 0 e 10 m<sup>3</sup>/h na região norte e 20 a 40 m<sup>3</sup>/h em direção a sul. Tais águas podem apresentar-se com certos níveis de confinamento pois, litologicamente, rochas de origem sedimentar apresentam bom nível de armazenamento.

Estratigraficamente abaixo do Grupo Passa Dois e acima do Grupo Paraná, Segundo o IPT, no Estado de São Paulo, não há elementos que justifiquem subdividir o Grupo Tubarão, senão nas formações Itararé, Aquidauna e Tatufí.

No entanto, o Sistema Aquífero Tubarão é caracterizado por baixa condutividade hidráulica e fraco potencial produtivo (Figura 2). Regionalmente, apresenta-se heterogêneo e livre, com fluxo de água subterrânea convergindo para a rede principal de drenagem. Em áreas restritas, o aquífero apresenta condições de semiconfinamento ou confinamento.

A alternância de sedimentos grossos e finos, com espessuras variadas, condiciona a heterogeneidade do armazenamento e circulação de água subterrânea. Frequentemente, as camadas aquíferas estão intercaladas com sedimentos finos (lamitos, siltitos e folhelhos), que dificultam o escoamento da água subterrânea no sentido vertical, caracterizando situação de anisotropia, com permeabilidades

Figura 4 - Localização do Município de Boituva-SP no Aquífero Tubarão



Fonte: DAEE et al (2005), adaptado por Versolato (2019)

Com relação à geometria dos aquíferos, estes são influenciados, em termos regionais, pela disposição das unidades arenosas presentes no Subgrupo Itararé. De forma geral há mais arenito na parte inferior do Itararé, o que facilita o confinamento e conseqüente exploração.

A porção aflorante do Sistema Aquífero Tubarão acha-se totalmente inserida nas regiões administrativas 4 e 5. Na Região Administrativa 4 (Sorocaba), onde se insere a porção aflorante sul do Sistema Aquífero Tubarão, as precipitações variam de 1.240 a 1.320 mm/ano e a evaporação potencial média de 1.300 a 1.550 mm/ano. Nesta região, a recarga de água subterrânea é da ordem de 240 mm/ano. Como a sua área é de 40.000 km<sup>2</sup>, sua reserva ativa é da ordem de 10.000.000.000 m<sup>3</sup>/ano (DAEE 1982).

#### 4.4 ASPETOS GEOMORFOLÓGICOS

De acordo com a Classificação Geomorfológica de Almeida (1964), compartimentando a estrutura do relevo de São Paulo através de Províncias, Zonas e Subzonas, a área de estudos está situada numa área de transição estrutural, passando pela Província do Planalto Atlântico para áreas sedimentares da Província da Depressão Periférica, área pertencente à Zona do Médio Tietê.

A partir da análise do mapa de divisão morfológica do Estado de São Paulo proposta por Almeida (1964), pode-se concluir que área de estudos se encontra na zona do Médio-Tietê da Depressão Periférica Paulista composta por uma dinâmica essencialmente sedimentar.

De acordo com Ross & Moroz (1997) a área de estudos situa-se na Depressão do Médio Tietê, denominação essa utilizada pelos autores como uma unidade morfoescultural da Depressão Periférica Paulista (Mapa 3), esta que é tratada como a morfoestrutura da região e subdividida em três unidades.

No caso a morfoestrutura significa a influência da estrutura geológica em função das formas de relevo, enquanto as unidades morfoesculturais são geradas a partir de processos climáticos e paleoclimáticos que esculpiram o relevo ao longo de diversas estruturas (ROSS, 1985).

Na classificação geomorfológica citada, pode-se admitir outra categoria de compartimentação do relevo de São Paulo, sendo a área de estudos situada numa região de transição entre Unidades Morfoestruturais, passando pelo Cinturão

Orogênico do Atlântico em direção a bacia Sedimentar do Paraná, em específico na Unidade Morfoescultural da Depressão Periférica Paulista (Depressão do Médio Tietê).

De qualquer modo, a região de Boituva, mesmo se inserindo na Depressão Periférica Paulista, está localizada em setor próximo à faixa de transição com o Cinturão Orogênico do Atlântico. Este contexto de interface entre duas províncias geomorfológicas traz à pesquisa um caráter complexo, porém pouco estudado. Deste modo, o que particulariza a região é ser o limite do setor aplainado da Depressão em setores cristalinos, onde Ab'Saber (1969) classifica como “remanescentes retrabalhados dessas superfícies de idades tão diversas coexistem na paisagem. Este tipo de entalhe de uma superfície muito moderna sobre a outra muito antiga (superfície fóssil em exumação) é um fato de observação de campo, absolutamente incontestável;”. (AB'SABER, 1969, p. 08).

Além da particularidade em relação ao limite da Depressão Periférica Paulista com o Cinturão Orogênico, junto às pedimentações que caracterizam a própria Depressão, existiram outros fatores bastante expressivos para a escolha do local de pesquisa, a Serra de Araçoiaba é um deles, por se tratar de uma intrusão alcalina que deformou litologias cristalinas pré-cambrianas e aquelas relativas à bacia sedimentar do Paraná, influenciando significativamente no modelado quaternário.

Por se tratar da Depressão Periférica Paulista, analisada a partir da proposta de classificação geomorfológica de Almeida (1964), que a subdivide em três zonas, a do Médio Tietê, Mogi-Guaçu e Paranapanema, que tem como características, amplitudes altimétricas que variam em torno de 600 metros, e feições geomorfológicas colinosas com elevações tênues e topos alongados. Ab'Sáber (1969) cita a Depressão Periférica Paulista a partir de suas características particulares, pois “inclui um maciço antigo saliente em uma de suas margens (Planalto Atlântico), uma área deprimida de desnudação marginal, de dezenas de quilômetros de largura, e, na outra banda, uma área de altas escarpas arenítico-basálticas (planaltos ocidentais)”

Ab'Sáber (1969) coloca a formação da Depressão a partir da denudação dos relevos adjacentes através da peneplanização ocorrida entre o Eoceno e o Plioceno, “o espaço de terras da margem oriental da Bacia do Paraná foi escavado, rebaixado



por complexos fenômenos denudacionais intertropicais”, constatação feita a partir da observação de pedimentos obsequentes e consequentes em lados opostos da Depressão, com isso é possível analisar a presença de relevos residuais no interior da Depressão, esses que apresentam menor coeficiente erosivo em relação aos relevos adjacentes.

A Serra de Araçoiaba apresenta uma série de fatores relevantes à gênese da Depressão Periférica Paulista e também a configuração de boa parte do relevo que a entorna, por seu maciço ser de origem pretérita à da própria Depressão, sua desnudação deixa evidente rochas do embasamento Pré-Cambriano, formado por granitos, quartzitos, filitos, micaxistos e anfibolitos, da intrusão Mesozóica composta por glimeritos e shonkinitos, ambas as rochas alcalinas com idade entre 123 e 130 milhões de anos, (Rugenski et. al. 2006), e rochas sedimentares da própria depressão, essas últimas retrabalhadas ao longo do Quaternário, e que deixaram transparecer a Serra de forma evidente.

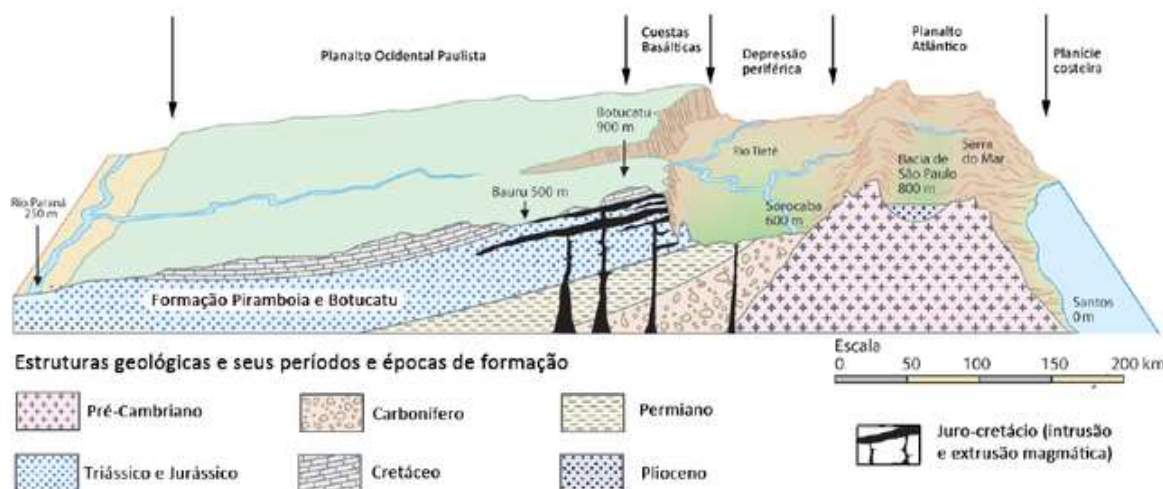
Em síntese, como pode ser verificado, a Depressão Periférica Paulista, onde todo o município de Boituva está localizado, constitui-se um compartimento morfoescultural/província geomorfológica, mas rebaixado com relação ao entorno. Obviamente trata-se de uma depressão relativa, ou seja, não está totalmente isolada no contexto dessa compartimentação.

Na porção sul do estado, a Depressão Periférica apresenta seu relevo transicionando-se, por exemplo, para o segundo planalto paranaense. Além disso, a referida Depressão apresenta aberturas associadas aos principais rios do estado de São Paulo: Tietê, Paranapanema e Mogi/Pardo/Grande, que certamente tiveram, no passado, um importante papel no esvaziando da Depressão Periférica.

Assim, a região de Boituva se constitui em área de grande interesse aos estudos geomorfológicos, principalmente na análise dos paleoambientes regionais. Os cursos fluviais apresentam forte controle estrutural, onde o relevo é caracterizado pela transição litológica. Ao longo do trabalho serão aplicadas diversas técnicas de análise do relevo, buscando estabelecer ao final do projeto uma caracterização em detalhe de algumas áreas-chave do município.



Figura 5 - Perfil do relevo paulista



Fonte: Atlas das Cuestas, adaptado por Versolato (2019)

Os estudos geomorfológicos permitem correlacionar o conjunto de fatores climáticos, agentes endógenos e processos erosivos que, ao longo do Quaternário, tiveram sua ênfase, todavia, com proporções distintas na dinâmica ambiental, sendo determinantes na gênese e desenvolvimento do relevo.

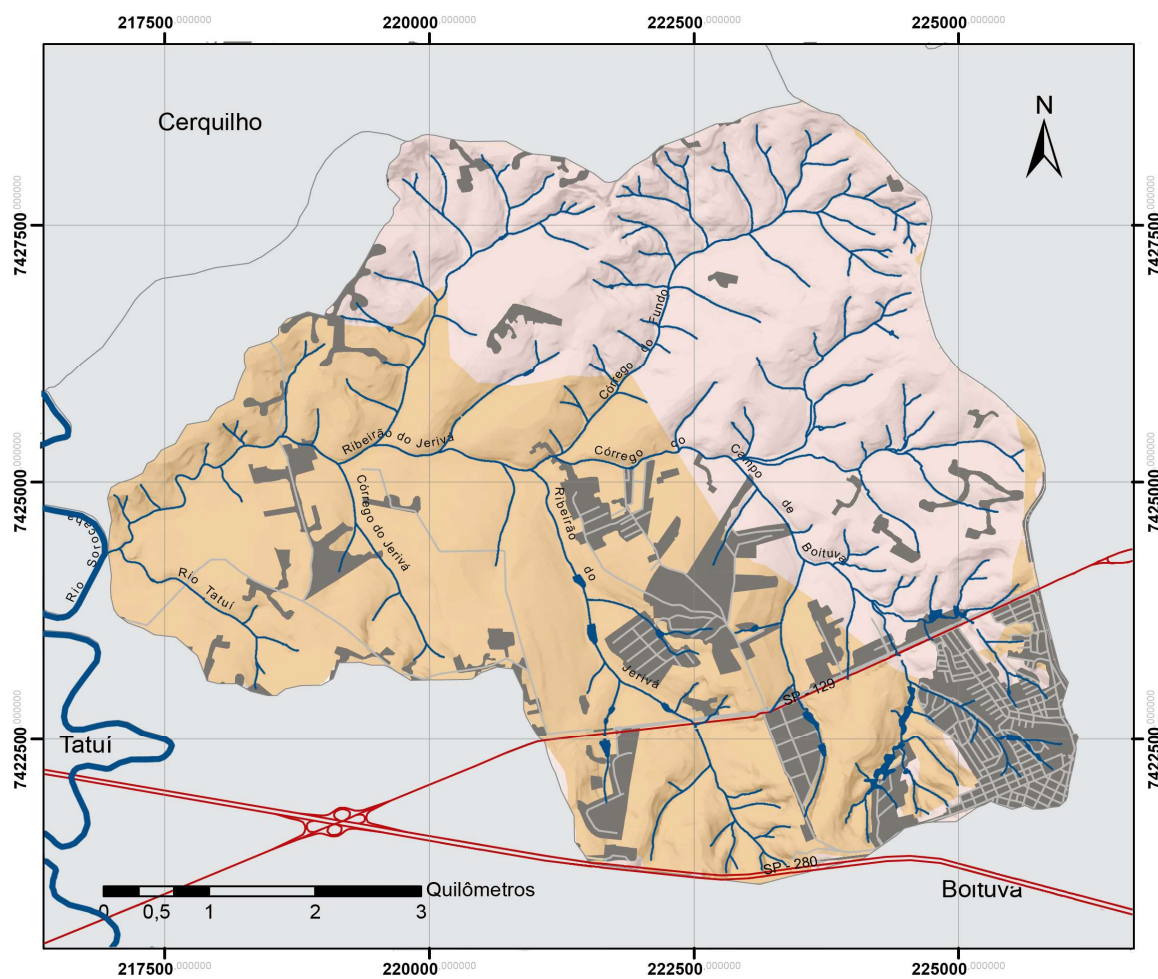
#### 4.5 ASPECTOS PEDOLÓGICOS

Para caracterizar o sistema pedológico do município utilizou-se da classificação de solos da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) publicada em 2009.

Segundo o Mapa (3) Pedológico do Estado de São Paulo (ROSSI, 2017), os tipos de solos da região são representados por argilossolos e latossolos, de acordo com a classificação de solos da Embrapa (1999).

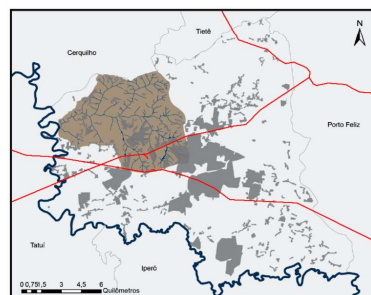
No município de Boituva predominam os solos: argilossolos vermelho-amarelos, gleissolos melânicos, latossolos vermelho amarelos e latossolos vermelhos no denominado latolização. É um solo com alto grau de permeabilidade à água, porém

Mapa 3 - Pedologia da área de estudo

**Legenda**

Tipos de solo

- Latossolo vermelho
- Argissolo Vermelho-Amarelo
- Área Urbana

**Contexto da bacia no município****Convenções cartográficas**

- |   |   |
|---|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #4b4b4b; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Bacia do Ribeirão do Jervá | <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Rio Sorocaba                                    |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid gray; margin-right: 5px;"></span> Limites administrativos                                | <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px dashed blue; margin-right: 5px;"></span> Rede de Drenagem                               |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid red; margin-right: 5px;"></span> Rodovias principais  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #000080; border: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Reservatórios |

**Base de Dados:** IGC, CRPM, Airbus/Esri, Rapideys/MMA, ANA, Instituto Florestal, IBGE, Open Street, Emplasa, Embrapa, SICAR, Prefeitura de Bortuva

**Datum:** SIRGAS 2000, UTM 23S

Fonte: Versolato (2019)

a argila em sua composição permite a formação de crostas superficiais, o que torna o solo ressecado, possibilitando o aumento do grau de escoamento superficial.

É um solo suscetível à erosão e necessita maiores cuidados em relação ao seu manejo, pois seu empobrecimento por pisoteio de gado e má utilização na lavoura o empobrece e facilita a formação das crostas argilosas. O argilossolo é caracterizado pelo acúmulo de argila no horizonte B maior do que em A, tal concentração torna o solo menos permeável e com maior suscetibilidade à erosão.

No caso, os latossolos são encontrados em áreas de declividades menos acentuadas, enquanto os argilossolos em áreas com maiores declividades, fato explicado pela presença do Maciço Alcalino de Araçoiaba, que influencia diretamente na dinâmica das vertentes de toda a região.

Os solos predominantes nas áreas dos terrenos sedimentares regionais são os latossolos dispostos na média e baixa bacias. Esses solos são bastante desenvolvidos e geralmente férteis predominantes em áreas de baixa declividade. Além disso, nas cabeceiras predominam os argissolos que, comparados com os latossolos, são menos desenvolvidos.

Segundo Embrapa (2009), são solos de profundidade variável, desde forte imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte B, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

De acordo com o material produzido pela Embrapa, os Latossolos são normalmente muito profundos, sendo a espessura do solum raramente inferior a um metro. Têm sequência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de sub-horizontes, e transições usualmente difusas ou graduais.

Em 84 distinções às cores mais escuras do A, o horizonte B tem aparência mais viva, as cores variando desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes 2,5YR a 10YR. Gleissolos também foram identificados nos fundos de vale.

As cores do solo são baseadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, que considera os matizes P: roxo; B: blue ou azul; G: Green ou verde; Y: yellow ou amarelo; R: red ou vermelho. Além dos matizes, a cor cinza (preto e branco) e o croma são considerados (GUIMARÃES, 2016).

#### 4.6 ASPECTOS DO CLIMA REGIONAL

Segundo a classificação de Monteiro (1973), o clima da região é úmido (B), controlado por massa mT. De acordo com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI), a temperatura média anual é de 19,1°C, com média mínima de 13,1 °C e média máxima de 25,2 °C (Diagrama 1).

Considerando-se o mapeamento da caracterização das feições climáticas elaborado por Monteiro (1973) em relação às unidades geomorfológicas de São Paulo, observou-se a área de estudos inserida em transição subtropical-tropical, de modo que podem assim predominar influências climáticas que oscilam entre as dinâmicas zonais e regionais.

As influências zonais associam-se segundo Monteiro (op.cit.), às massas tropicais e polares atuantes, enquanto que em escala regional, classifica em clima úmido e subtropical para o setor do Planalto Atlântico Paulista. Tais oscilações podem ser influenciadas pelas mudanças sazonais ao longo do ano.

De acordo com Santos Neto (2011), como em boa parte do Estado de São Paulo, o clima da região apresenta invernos secos e verões chuvosos. As maiores taxas de precipitações se concentram nos meses de Outubro a Março, enquanto que o período menos chuvoso se estende de Abril a Setembro (Quadro 1).

No inverno, as frentes polares conseguem se expandir ao máximo em direção à região equatorial, alcançando muitas vezes a região norte do país. Os efeitos no Estado de São Paulo são as quedas de temperatura, e da quantidade de chuva em função da característica de ar frio e seco das massas de ar polares.

Consta-se assim que o município de Boituva encontra-se em clima tropical úmido, mesmo que algumas publicações apresentem a localização do município em uma condição de clima temperado, questão essa associada a uma perspectiva mais pragmática de parte do município encontrar-se abaixo do paralelo do Trópico de Capricórnio. O município apresenta pluviosidade significativa ao longo do ano.

Seguindo a classificação proposta por Köppen e Geiger, o clima do município seria Cfa de acordo com temperatura média de 19,3 °C de 1.168 mm de pluviosidade média anual.

Como o clima é o principal fator de esculturação do relevo em locais de clima úmido como o Brasil, as mudanças climáticas devem ser potencialmente perigosas.

Segundo o último relatório do IPCC (2014) (sigla em inglês para Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas), o sudeste do Brasil deve enfrentar um aumento de até 25% nas chuvas nos próximos anos.

Esse cenário é projetado com base na geração de energia, de matriz predominante hidroelétrica, mas o relatório faz alertas para os riscos ambientais. A ocupação de áreas de risco, desencadeada pela especulação imobiliária, por sua vez, fruto do desenvolvimento infrene das cidades, somados aos regimes de chuva intensos, configuram um dos maiores problemas enfrentados pelos municípios anualmente.

Eventos de fortes chuvas, responsáveis por inundações e desmoronamentos, se tornam mais graves quando atingem assentamentos precários situados em áreas de enchentes e em terrenos de alta declividade. A alta energia de escoamento das águas superficiais pode causar o desabamento de moradias, o rompimento de obras de infraestrutura urbana, além de danos a outros bens e à integridade física da população.

Inundações e enxurradas são consequências de um episódio de precipitação extrema, áreas impermeabilizadas e sistemas precários de drenagem. Esses sistemas desembocam em rios e córregos retificados, muitas vezes sem a capacidade de comportar fortes cheias. De acordo com o IBGE (2013), 37,1% dos municípios brasileiros foram atingidos por alagamentos entre 2008 e 2012. Localmente, as regiões Sudeste e Sul respondem pela maior concentração de eventos de alagamentos, com 45,2% e 43,5%.

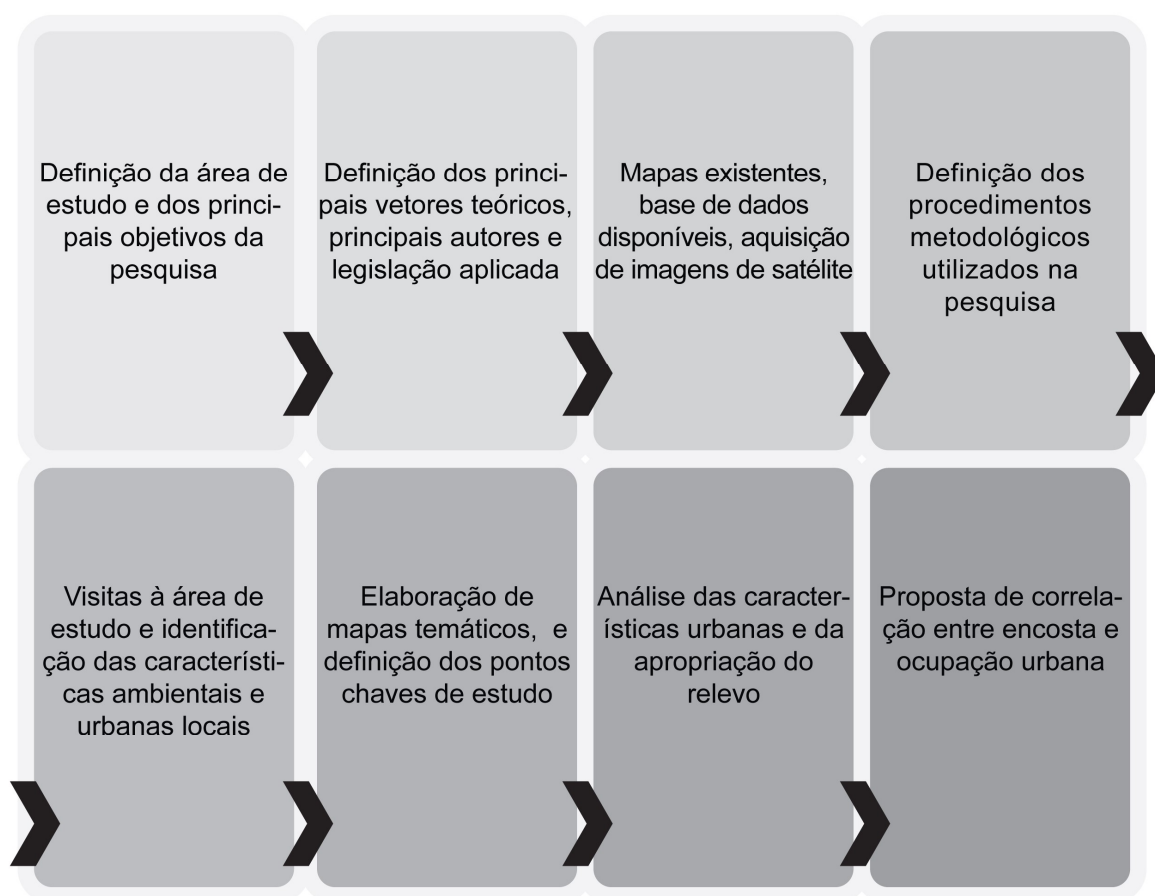
Um dos fatores de risco que deve aumentar com as mudanças climáticas é a erosão nas vertentes. Como as chuvas devem ser mais intensas em algumas regiões, a água terá mais velocidade e força para gerar sulcos e transportar sedimentos, causando e/ou acelerando processos erosivos.

A erosão pode colocar em risco habitações, ou pior, ocorrer em meio a uma chuva forte, levando o que estiver na superfície, inclusive pessoas e suas moradias. Além disso, uma erosão mais intensa contribui ainda mais para o assoreamento dos corpos d'água, o que aumenta a possibilidade de alagamentos nos fundos de vale (INPE, 2010).

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa relacionada à dissertação foi desenvolvida buscando compreender elementos e aspectos conceituais relacionados à gestão dos recursos hídricos, caracterização do relevo e influências do processo de urbanização da área em questão. O processo está resumido no fluxograma (2) abaixo:

Fluxograma 2 - Fluxograma das etapas de elaboração da pesquisa



Fonte: Versolato (2019)

### 5.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi a primeira e a última etapa desse projeto de pesquisa. Primeiro, subsidiou a compreensão dos objetivos, auxiliou na definição da área de estudo e na metodologia a ser aplicada. Mesmo após a definição desses itens, a revisão continuou de forma a lastrear toda a pesquisa.

## 5.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

O Mapa do Relevo Sombreado, presente em boa parte dos mapeamentos deste trabalho, por conferir aspecto tridimensional do relevo aos dados sobrepostos, é fruto de um esforço da empresa ESRI, que uniu diferentes fontes para criar um serviço via web com dados de elevação de todo o globo. As imagens do município de Boituva-SP foram geradas pela Airbus.

Esse mapa resolveu um dos maiores problemas da área de estudo: a alteração da declividade devido a interferências do dossel de plantações de eucalipto no Modelo Digital de Elevação (MDE) do SR. Mesmo não contando com resolução do MDE do Alos-Palsar, o modelo gerado pela Airbus utilizou um processo de suavização que conseguiu restituir a altimetria do relevo.

Outros dados vieram de diversas fontes. A rede de drenagem e o corpos d'água foram obtidos a partir da vetorização das cartas do IGC correspondentes ao município de Boituva; Arruamento e estradas principais vieram do Street Map, um serviço Open Source atualizado diariamente; os limites administrativos são do IBGE; As manchas urbanas vieram do serviço de web mapas da Emplasa; Os dados geológicos foram fornecidos pelo CPRM e o dados sobre solo vieram do Instituto Florestal.

Todos os mapeamentos utilizaram o software ArcGis 10.5 da Esri, juntamente com seu serviço de webmapas, que forneceu os dados de elevação. Exceto o Mapa de Uso de Solo. As imagens RGB foram obtidas por meio do serviço GeoCatálogo, do Ministério do Meio Ambiente. São imagens dos satélites RapidEye com resolução de 5 metros, multibanda. Para a identificação e classificação foi utilizado o software Econgntion, da Trimble.

Na diagramação e correção das imagens e cores foram utilizados os softwares da Adobe Illustrator e Photoshop.

### 5.2.1 Localização

Mapa que define a localização da área de estudo no contexto do Estado e do Município. Foi elaborado utilizando as bases do IBGE e o recorte da bacia hidrográfica do Ribeirão do Jerivá, extraída da digitalização das curvas de nível fornecidas pelo IGC. A imagem de satélite foi extraída do Google Earth e é fornecida

pelo satélite francês Plêiades. O relevo sombreado, que confere uma tridimensionalidade ao mapa é fornecido por meio do Living Atlas, da Esri em parceria com a Airbus.

### 5.2.2 **Litológico**

O mapa geológico da área de estudo é um recorte do levantamento realizado pelo CRPM sob o título "Geologia e Recursos Minerais do Estado de São Paulo", na escala 1:750.000. Também utiliza o mapa de relevo sombreado citado acima

### 5.2.3 **Pedológico**

O mapa pedológico é uma compilação de 83 trabalhos realizados sobre o tema, considerando a base já catalogada. Realizado pelo Instituto Florestal, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo em 2017. O trabalho utilizou ortofotos digitais do Estado de São Paulo para o levantamento. (1:100.000). Os núcleos urbanos foram editados pela Embrapa.

### 5.2.4 **Unidades do relevo**

O mapa de unidades de relevo foi elaborado tendo em vista a identificação das rugosidades do terreno identificadas através do mapa hipsométrico e mapa de sombreamento do relevo (hillshade). O primeiro mapa permitiu a identificação geral das classes altimétricas, sendo aplicado assim o princípio básico da generalização das superfícies na compartimentação do terreno. Já o mapa de relevo sombreado permitiu a identificação dos principais padrões de relevo encontrados na bacia, a partir das feições e sombreamentos inerentes à imagem. Para complementar a avaliação dos padrões que representam as unidades foram mensuradas as dimensões interfluviais e entalhamento médio dos vales de acordo com a proposta de Ross (1992). Para tal foram utilizadas como base cartas topográficas do IGC na escala 1:10.000. Trabalhos de campo realizados na área também foram essenciais para averiguar o relevo especializado na bacia e se chegar à proposta de mapeamento das unidades apresentadas no trabalho.



### 5.2.5 Declividades

O maior problema apresentado pelo conjunto de mapas Topodata/Inpe é o efeito dossel. Na área de estudo, um grande maciço verde de eucalipto domina o nordeste da bacia. Devido ao intenso agrupamento e da altura do dossel, o radar depreende que se trata de uma área de topos aguçados. O problema foi contornado ao utilizar o MDE da Airbus. Apesar de manter certa rugosidade devido ao dossel das árvores, a correção da altimetria restituiu uma declividade muito próxima à original, quando comparada com as cartas do IGC.

Quanto às classes de declividade, é preciso abrir discutir alguns aspectos importantes. As classes mais utilizadas na literatura (Quadro 1): Marques (1971), Herz; De Biase (1989), Lepsch (1991), ITESP (2000) e Embrapa (2006) foram utilizadas como base para a elaboração do mapa de declividade. No entanto, cada uma das metodologias se presta a um fim, não podendo ser utilizada como proposta nesse trabalho.

Quadro 1 - Comparação de classes de declividade mais usadas na literatura

MARQUES (1971)		HERZ & DI BIASE (1989)		LEPSCH (1991)		ITESP (2000)		EMBRAPA (2006)	
Declividade	Classe	Declividade	Faixa	Classe	Faixa	Classe	Faixa (%)	Relevo	Faixa (%)
A - Suave	0 a 2,5	A	< 5	A	0 a 2	A - Plano	0 a 2	Plano	0 a 3
B - Moderado	2,5 a 12	B	5 a 12	B	2 a 5	B - Suave	2 a 5	Suave	3 a 8
C - Forte	12 a 50	C	12 a 30	C	5 a 10	C - Ondulado	5 a 10	Ondulado	8 a 20
D - Muito Forte	> 50	D	30 a 47	D	10 a 15	D - Colinas	10 a 18	Forte Ondulado	20 a 45
		E	> 47	E	15 a 45	E - Forte Inclinada	18 a 45	Montanhoso	45 a 75
				F	45 a 70	F - Íngreme	> 45	Escarpado	> 75
				G	> 70				

Fonte: Organizado por Versolato (2019)

Para uso urbano, Maciel Filho (1990) salienta que as construções se tornam mais caras devido à necessidade de regulação dos terrenos pela remoção de terra e ocorrência de problemas de erosão por águas pluviais no sistema viário ou mesmo fora delas devido à velocidade que a água de escoamento superficial alcança nas subidas e descidas fortes.

O mesmo autor ressalta ainda que as áreas com instabilidade de taludes ficam incluídas nas abrangidas por taludes com declividades superiores a 15%, e representam um impedimento a mais para a ocupação daquele espaço. Além disso, os terrenos declivosos trazem risco para as obras físicas e as pessoas

ou necessitam de obra de estabilização de custo elevado. Os rastejos poucos notados por serem movimentos muito lentos causam frequentes danos às construções (Maciel Filho 1990).

Dessa forma, torna-se necessário incluir mais duas classes: uma entre 12% e 15%, outra 15 e 20% e a última entre 20 e 30%, para abarcar a recomendação de Maciel Filho (1990) e ainda permitir uma leitura quanto às classes propostas por Herz e De Biasi.

#### **5.2.6 Risco de escorregamento e movimento de massa**

Mapa oferecido pela Emplasa, com uso de diversas fontes, tanto de órgãos locais quanto estaduais. No produto final há a integração de dois mapas distintos: o de escorregamento e movimento de massa e o de risco de inundação.

#### **5.2.7 APPs e Fragmentos Florestais**

Sobre a rede de drenagem do município, gerada na escala 1:10000 sobre a digitalização das cartas do IGC, foi lançado um buffer de 30m para cursos d'água e um raio de 50m para cada cabeceira de canais de 1ª ordem. Aliado a isso, utilizou-se o levantamento de fragmentos florestais realizado para o Mapa de Uso e Ocupação do Solo e os fragmentos florestais maiores que 5ha, catalogados pelo PAePAC, de maneira a evidenciar a falta do cumprimento da legislação quanto à manutenção de vegetação ao longo da rede de drenagem.

#### **5.2.8 Macrozoneamento e Zoneamento**

Ambos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Boituva, com data de revisão de 2017. Os vetores foram georreferenciados e integrado ao mapa do município por meio do software Arcgis 10.5.

#### **5.2.9 Uso do Solo**

A classificação de uso do solo foi realizada a partir de imagens dos satélites alemães RapidEye, resolução 5m, disponibilizadas pelo MMA, utilizando o software E-cogniton, da Trimble. Com base na mistura das bandas RGB, próximo Infravermelho e pancromática, o programa é capaz de realizar classificação

automáticas e semiautomáticas com algoritmos pré-definidos, a partir de amostras colhidas pelo usuário. Quanto às classes, foram adaptados a partir do preconizado no Manual Técnico de uso da Terra (IBGE, 2006) em "Áreas Construídas"; "Áreas de Cultivo"; "Silvicultura"; "Pastagem ou vegetação rasteira"; "Fragmentos Florestais e "Corpos d'água". Além disso foram agregadas as informações da rede de drenagem e do relevo sombreado sob as classes de uso do solo.

Inicialmente era proposta a categoria "solo exposto", mas uma comparação de imagens de satélites entre 2000 e 2018 mostrou que as áreas que apontavam para solo exposto nas imagens do RapidEye se tratavam de área em transição, ou seja, entre colheita de culturas ou para construção de empreendimentos imobiliários

#### 5.2.10 Hipsométrico

Trata-se de um mapa que mostra a altitude do terreno por uma rampa de cor, de modo a representar os fundos de vale, as encostas e os topos de morro. Foi utilizado o MDE da Airbus fornecido pelo serviço online da empresa Esri.

#### 5.2.11 Confecção dos perfis topográficos das áreas chaves

No final de outubro de 2019, o Google Earth atualizou os mapas para o município de Boituva, contando agora com imagens fornecidas pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais da França (satélite Plêiades para imagens RGB) e Airbus e Maxar, esta última responsável pelas imagens da Digital Globe. Utilizando uma ferramenta gratuita, o Sketchup, foi possível extrair a elevação do terreno para as áreas-chave que de fato conseguiram mostrar mais das pequenas feições do terreno que o perfil confeccionado por meio do Modelo Digital do Terreno gerado a partir das curvas de níveis do IGC de 1974. Apesar de a empresa Google não identificar o tipo de MDE utilizado para a elevação na área de estudo, a Maxar afirma comercializar modelos de elevação com 6 metros de resolução.

### 5.3 TRABALHOS DE CAMPO

Tendo em vista os objetivos apresentados, foram realizadas 6 visitas para a investigação da área de estudos, reconhecimento, controle e verificação da congruência entre dados obtidos e as interpretações desenvolvidas.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os diversos elementos tanto teóricos quanto metodológicos, permitem algumas considerações a respeito do meio físico e antrópico da Bacia do Ribeirão do Jerivá. Portanto, o texto aqui apresentado tece uma análise do relevo e da dinâmica da paisagem, seguido por apontamentos sobre a característica da urbanização e, por fim, uma proposta que visa correlacionar a escala da encosta com a ocupação urbana.

### 6.1 UNIDADES DO RELEVO, DINÂMICA DA PAISAGEM E ANÁLISE AMBIENTAL NA BACIA DO RIBEIRÃO DO JERIVÁ

A urbanização é considerada uma alteração de primeira ordem no meio ambiente juntamente com a retirada da vegetação nativa. A partir do momento que componentes naturais são explorados de forma predatória, o relevo torna-se vulnerável à ocupação. Essa lógica é comum do sistema de produção capitalista, portanto os conflitos, desigualdade e degradação são consequência da apropriação dos componentes naturais, que passam a ter valor de troca.

A geomorfologia possibilita entender as formas do relevo tanto da sua morfologia (forma) quanto de sua fisiologia (função), mas também sua apropriação e como decorrência os impactos ambientais.

A partir da década de 1970, com a transformação da natureza sendo incrementada em impacto e velocidade pelo homem, a geomorfologia assume um novo papel, auxiliando no aporte teórico e metodológico para a compreensão da ação da sociedade quando se apropria-se da natureza e a transforma. Dessa maneira, entender as dinâmicas dos compartimentos de relevo é de grande importância para diversas áreas do conhecimento científico, pois conhecendo a evolução possibilita diminuir os impactos associados à ocupação (GONÇALVES, 2013).

Também com a visão de mau uso dos recursos naturais, (FRANÇA; SOUZA, 2013) relata que a questão ambiental, na verdade, diz respeito ao modo como a sociedade se relaciona com a natureza. Essa relação sempre envolve uma série de contradições, desde que começou a emergir enquanto questão, sendo percebida enquanto problemática a ser discutida. Isto ocorreu a partir da visibilidade do desequilíbrio provocado pela sociedade na natureza.

Com os avanços tecnológicos, surgiram novas técnicas de intervir na natureza acelerando ainda mais os impactos negativos ao espaço natural. Quando os impactos iniciais não são mitigados e a expansão da atividade humana se dá sem planejamento de fatores como uso e ocupação do solo, ocupação de áreas declivosas, tipos de relevo, tipos de solo a extensão da degradação ganha proporções ainda maior, atingindo eventualmente áreas distantes do impacto original.

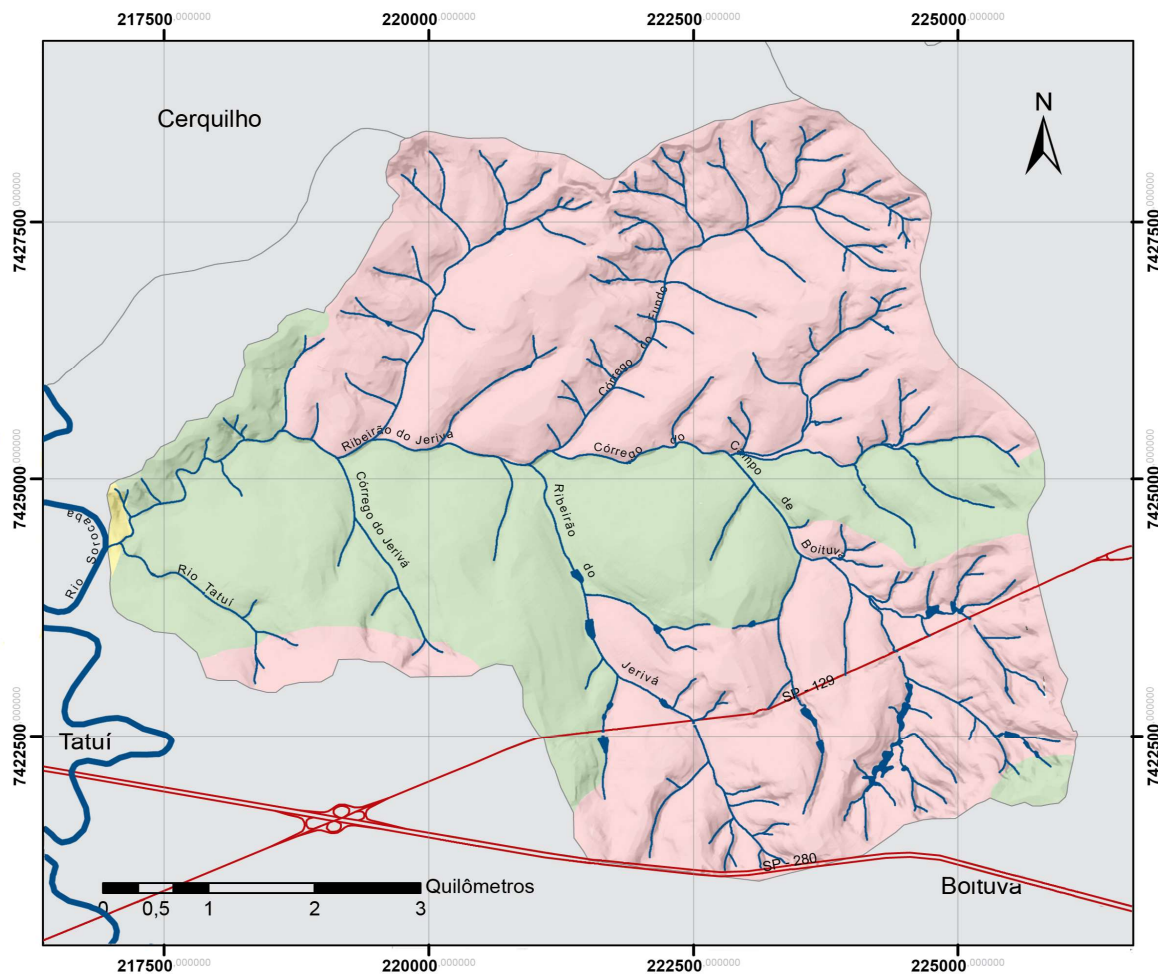
Dessa forma, os elementos que ocupam a superfície da paisagem são produto do clima, da estruturação do meio físico, dos modelos culturais e das intencionalidades políticas e demandas econômicas que em conjunto constroem um determinado território. Esse diálogo, muitas vezes cacofônico entre os elementos, tanto naturais quanto sociais, cria e recria dinâmicas, ampliando e acelerando processos naturais, mesmo que parte da sociedade não relacione boa parte dos eventos extremos do clima como algo que começou a ser construído nas décadas passadas (CAVALCANTI, 2012).

Há diversas temporalidades sobrepostas, onde os processos se cruzam e dinamizam o funcionamento daquela paisagem, consolidando-a como um “organismo completo”, nos termos expostos por Sauer em 1925 (LEIGHLY, 1976). Dessa forma é necessário buscar entender essas características, seu funcionamento, para que haja possibilidade de desvendar todas essas relações, ou aquilo que se considerar relevante para entendê-la.

Se a regionalidade do clima, os aspectos litológicos e estruturais, a vegetação, os tipos de solos e o uso do solo da área em estudo são próximos da média dos municípios do Estado de São Paulo, o que é específico ao local se evidencia ao analisar o conjunto dos dados obtidos durante a pesquisa.

Apesar de apresentar considerável extensão territorial, e mesmo não apresentando uma malha urbana extensa, como ocorre em grandes cidades, constata-se que Boituva já está sujeita a um impasse comum às grandes metrópoles: o desenvolvimento urbano e expansão das cidades e sua dialética frente à degradação ambiental. Partindo dos trabalhos de campo e unindo as informações sobre unidade do relevo (Mapa 4) e uso e ocupação do solo foi possível traçar alguns pontos da dinâmica da paisagem na Bacia do Ribeirão do Jerivá e realizar um diagnóstico ambiental, apontando pontos chaves que representam a maioria dos problemas encontrados na área.

Mapa 4 - Unidades do relevo na área de estudo

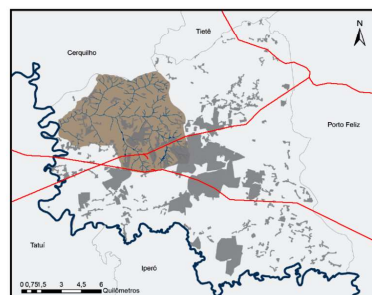


### Legenda

Unidades do relevo

- Unidade 1
- Unidade 2
- Unidade 3

### Contexto da bacia no município



### Convenções cartográficas

- |  |   |
|--|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Bacia do Ribeirão do Jerivá | <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Rio Sorocaba                                    |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid gray; margin-right: 5px;"></span> Limites administrativos                                 | <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px dashed blue; margin-right: 5px;"></span> Rede de Drenagem                               |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid red; margin-right: 5px;"></span> Rodovias principais   | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #0000FF; border: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Reservatórios |

**Base de Dados:** IGC, CRPM, Airbus/Esri, Rapideys/MMA, ANA, Instituto Florestal, IBGE, Open Street, Emplasa, Embrapa, SICAR, Prefeitura de Boituva

**Datum:** SIRGAS 2000, UTM 23S

Fonte: Versolato (2019)

- Unidade 1: onde predominam os interflúvios de topos planos, presentes na porção N-NE e S da bacia. Esses interflúvios constituem as mais elevadas superfícies regionais, sendo o formato tabular (Fotografia 1) de seus topos diretamente relacionados às influências lito-estratigráficas das rochas sedimentares paleozóicas que as sustentam;

Fotografia 1 - Formato tabular dos topos de interflúvios



Fonte: Versolato (2019)

- Unidade 2: estão relacionados à setores de maior declividade e a forte dissecação (Fotografia 2) das cabeceiras de drenagem evidenciam a atuação dos cursos fluviais na erosão dos interflúvios locais. Estão situados nos setores nortes do município correspondendo a uma altitude média de 600 metros;

Fotografia 2 - Forte dissecação de uma cabeceira de drenagem



Fonte: Versolato (2019)

- Unidade 3: corresponde às planícies fluviais associadas aos ribeirões e córregos que drenam o município. Neste sentido, as planícies do baixo curso (Fotografia 3) do Ribeirão Jerivá, configura-se como uma das mais significativas.

Fotografia 3 - Aspecto suavizado do relevo a baixa bacia do Ribeirão do Jeriva, Boituva-SP



Fonte: Versolato (2019)

As unidades do relevo se diferenciam principalmente em função do nível de dissecação e das formas das superfícies, principalmente na leitura dos interflúvios, dos divisores de água e dos canais de drenagem. Outra leitura muito útil e utilizada neste trabalho é a dinâmica da encosta. Baccaro (1999) afirma que em estudos geomorfológicos, sobretudo os que tratam da morfodinâmica das vertentes é fundamental num primeiro nível de abordagem. Boa parte dos impactos ambientais em clima tropical envolvem a água das chuvas, não somente no que se refere a enchentes e inundações, mas também como principal agente esculptor do relevo, nas questões que envolvem, escorregamentos e deslizamentos e erosão.

De acordo com o IBGE (2017), apresentando dados do censo agropecuário de 2006, havia no município de Boituva 17 hectares de áreas consideradas degradadas, em geral por influência de processos erosivos. Assim, a erosão do solo, comum aos municípios da região, constitui um problema ambiental em diversos pontos da área visitada.

Mesmo não sendo comum a presença de voçorocas ativas, constatou-se que a ocorrência de sulcos e ravinamentos, estes associados ao escoamento superficial, também desencadeia outro problema ambiental encontrada em alguns pontos, o assoreamento.

Na Fotografia 4 é possível observar a presença de erosão por pisoteio de gado em uma área dentro do perímetro urbano do município de Boituva. Esse tipo de erosão é mais facilmente observado na Bacia do Ribeirão do Jerivá. De fato a criação de bovinos é uma atividade presente em toda a área, principalmente em áreas chamadas terras altas (região alta das vertentes e topos de morro) e em zonas de mata ripária suprimida (DIAS; THOMAZ, 2011).



Fotografia 4 - Erosão por pisoteio de gado em área de pastagem na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



Fonte: Versolato (2019)

No caso retratado acima, ficou claro durante trabalho de campo ser um setor de plantio abandonado, provavelmente pela perda de solo e exposição do leito rochoso. Trata-se de uma vasta área localizada em uma região de alta vertente em que não é mais possível atividade agrícola ou pecuária.

Os solos mencionados normalmente ocorrem em setores de maior declividade ou sujeitos à intensa erosão laminar, caracterizando-se assim em setor de grande suscetibilidade à erosão, apresentando baixa fertilidade natural e poucas alternativas de uso agrícola. O fluxo e sedimentos carregados pelo escoamento superficial acaba se acumulando nos canais de drenagem e reservatórios, afetando a qualidade da água e a vida útil dos sistemas de armazenamento.

Além do assoreamento citado acima, há o processo de eutrofização, com o aumento do número de algas e plantas aquáticas no corpo d'água (Fotografia 6). Além do carreamento de detritos, a eutrofização pode ser incrementada pelo transporte pelas águas da chuva de micronutrientes e agrotóxicos. Trata-se de um problema complexo e que pode impactar toda a atividade de um município, uma vez que a construção de novos reservatórios é caro e exige planejamento, nem sempre disponível nas pequenas prefeituras. Atualmente existem técnicas de manejo e monitoramento de reservatórios que mitigam boa parte da eutrofização, no entanto, a prática mais barata ainda é planejar o município para evitar perdas e a interrupção do abastecimento

Ainda segundo os autores, a preferência às áreas ripárias se dá pela maior disponibilidade de pasto, água e conforto térmico para o gado, no entanto o potencial de degradação ambiental do pisoteio animal nessas áreas é maior, uma

vez que o animal remove a vegetação, deixando o solo exposto, sujeito a erosão que afeta o curso d'água diretamente, impactando também todo o sistema de drenagem, além de empobrecer o solo devido à perda de nutrientes e matéria orgânica.

Em estudo realizado na bacia do rio Caeté, com 163,76 km<sup>2</sup>, no estado do Paraná, em situação geológica semelhante relacionada aos arenitos do Subgrupo Itararé, Checchia (2005), concluiu, a partir de técnicas de cálculo de perda de solo, que uma área de floresta nativa apresenta uma perda média 23,70 toneladas de solo por hectare por ano. Essa área de floresta corresponde a 57,67% da área total da bacia estudada. Já a classe cultivo, mesmo correspondendo a apenas 7,04% da área total da bacia, apresentou dados de perda de solo bem diferentes, uma média de 90,91 toneladas de solo por hectare por ano.

A perda de solo também é evidenciada pela presença de áreas com exposição da geologia sedimentar (Fotografia 5) e de neossolos, que constituem um tipo de solo definido pelo Sistema Brasileiro de Classificação de solos, EMBRAPA (2006), englobando os anteriormente conhecidos como litossolos, regossolos, solos aluviais e areias quartzosas. No caso dos neossolos litólicos eles correspondem a solos constituídos por materiais minerais, profundidade incipiente e horizonte 'A' imediatamente sobre a rocha.

Fotografia 5 - Estrada vicinal com exposição da litologia sedimentar na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



Fonte: Versolato (2018)

No caso retratado acima, ficou claro durante trabalho de campo ser um setor de plantio abandonado, provavelmente pela perda de solo e exposição do leito rochoso. Trata-se de uma vasta área localizada em uma região de alta vertente em que não é mais possível atividade agrícola ou pecuária.

Os solos mencionados normalmente ocorrem em setores de maior declividade ou sujeitos à intensa erosão laminar, caracterizando-se assim em setor de grande suscetibilidade à erosão, apresentando baixa fertilidade natural e poucas alternativas de uso agrícola. O fluxo e sedimentos carregados pelo escoamento superficial acaba se acumulando nos canais de drenagem e reservatórios, afetando a qualidade da água e a vida útil dos sistemas de armazenamento.

Além do assoreamento citado acima, há outros processos, como o aumento do número de algas e plantas aquáticas (Fotografia 6) que acabam a capacidade de reservatórios de manter água. Além do carregamento de detritos, esse processo pode ser incrementada pelo transporte pelas águas da chuva de micronutrientes e agrotóxicos. Trata-se de um problema complexo e que pode impactar toda a atividade de um município, uma vez que a construção de novos reservatórios é caro e exige planejamento, nem sempre disponível nas pequenas prefeituras. Atualmente existem técnicas de manejo e monitoramento de reservatórios que mitigam boa parte da eutrofização, no entanto, a prática mais barata ainda é planejar o município para evitar perdas e a interrupção do abastecimento.

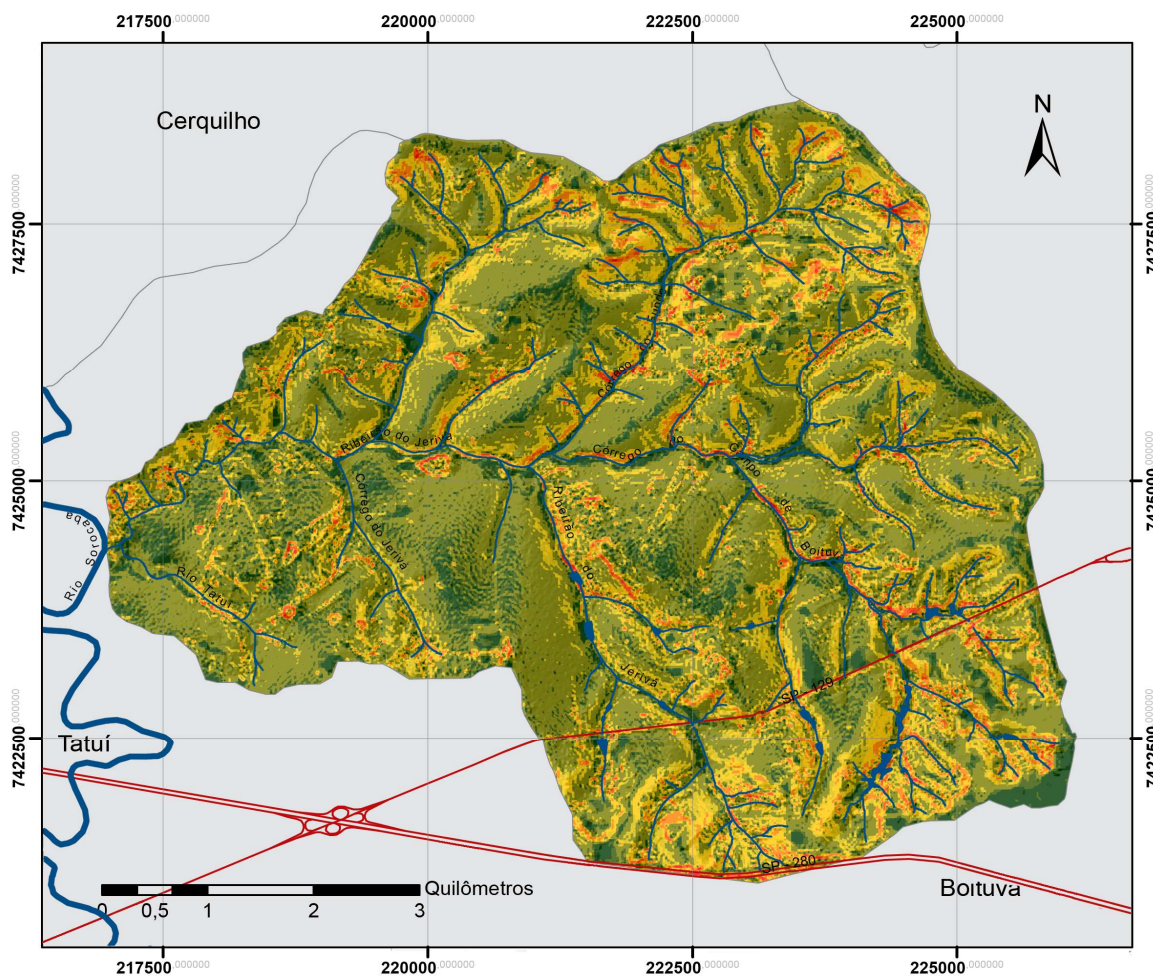
Fotografia 6 - Reservatório em estado brejoso na área de estudo



Fonte: Versolato (2018)

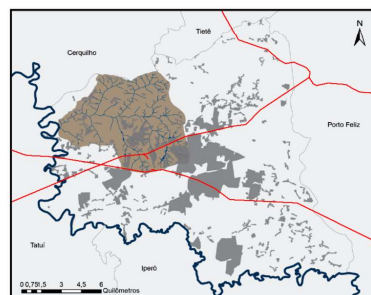


Mapa 5 - Declividade do relevo na área de estudo

**Legenda**

Classes de declividade

- < 3%
- 3% a 5%
- 5% a 12%
- 12% a 15%
- 15% a 20%
- 20% a 30%
- 30 a > 47%

**Contexto da bacia no município****Convenções cartográficas**

- |   |   |
|---|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; margin-right: 5px;"></span> Bacia do Ribeirão do Jerivá | <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Rio Sorocaba            |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px solid gray; margin-right: 5px;"></span> Limites administrativos               | <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Rede de Drenagem        |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid red; margin-right: 5px;"></span> Rodovias principais                    | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #0000FF; margin-right: 5px;"></span> Reservatórios |

**Base de Dados:** IGC, CRPM, Airbus/Esri, Rapideys/MMA, ANA, Instituto Florestal, IBGE, Open Street, Emplasa, Embrapa, SICAR, Prefeitura de Boituva

**Datum:** SIRGAS 2000, UTM 23S

Fonte: Versolato (2019)

Uma outra característica importante do relevo, identificada nos trabalhos de campo e ratificada no mapa de declividade (Mapa 5) refere-se ao forte desnível dos vales fluviais da área urbana de Boituva, principalmente no que tange à alta e média bacia desses cursos, mesmo que os topos dos interflúvios sejam mais suaves. O trabalho de campo evidenciou que o município de Boituva apresenta solos com perfil “A” muito rasos.

Em ensaios realizados com chuva artificial em latossolos e argilossolos sobre embasamento de arenito, apontou que a cobertura argissólica se mostrou mais suscetível à erosão. Em termos de escoamento e infiltração, o argissolo mostrou-se mais permeável e o latossolo apresentou escoamento superficial mais cedo que o argissolo (CUNHA et al., 2016)

Outro problema relacionado a intensa dissecação está ocorrendo nos cursos fluviais do município. A fotografia 7 mostra a exposição do leito rochoso em um dos afluentes do Ribeirão do Jerivá.

Fotografia 7 - Forte dissecação expõem o leito rochoso de braço do Ribeirão do Jerivá, em Boituva-SP



Fonte: Versolato (2018)

Esta característica de forte desnível do perfil longitudinal dos cursos fluviais locais possivelmente foi intensificada pela ação antrópica a partir do aumento de fluxo pluvial resultante do processo de impermeabilização das superfícies locais.

O perfil longitudinal padrão tem sido adotado na literatura como referência para perfis longitudinais de canais de drenagem reais. De forma geral, mas sem

consenso, adota-se como perfil padrão uma curva parabólica côncava com declividades maiores em direção à nascente e menores em direção à desembocadura. Os cursos d'água que apresentam essa morfologia são considerados em equilíbrio. Ou seja, O regime de remoção e deposição de sedimentos em um ambiente em equilíbrio teria proporcionado a manutenção de um leito sedimentar no curso d'água, e com as margens planícies mais desenvolvidas e taludes de menor declividade (CHRISTOFOLETTI, 1980).

No caso da exposição da litologia no leito do rio mencionada anteriormente trata-se do resultado do entalhe do curso, que nessa ação vertical encontrou dificuldades na erosão de algumas camadas do Grupo Itararé, e agora inicia uma acentua erosão marginal. Essa dinâmica, no caso do curso fluvial em questão, também desenvolve um perfil longitudinal com rupturas topográficas, e não em forma de meia parábola como discutido.

As anomalias de drenagem representam desajustes e são classificadas como anomalias de 1ª ou 2ª ordem. Sendo as de 1ª ordem mais acentuadas enquanto as anomalias de 2ª ordem são suaves ao longo do perfil. De maneira geral, vários elementos da paisagem podem contribuir naturalmente para a formação de anomalias de drenagem como a composição geológica, da confluência com rios tributários, além de oscilações climáticas.

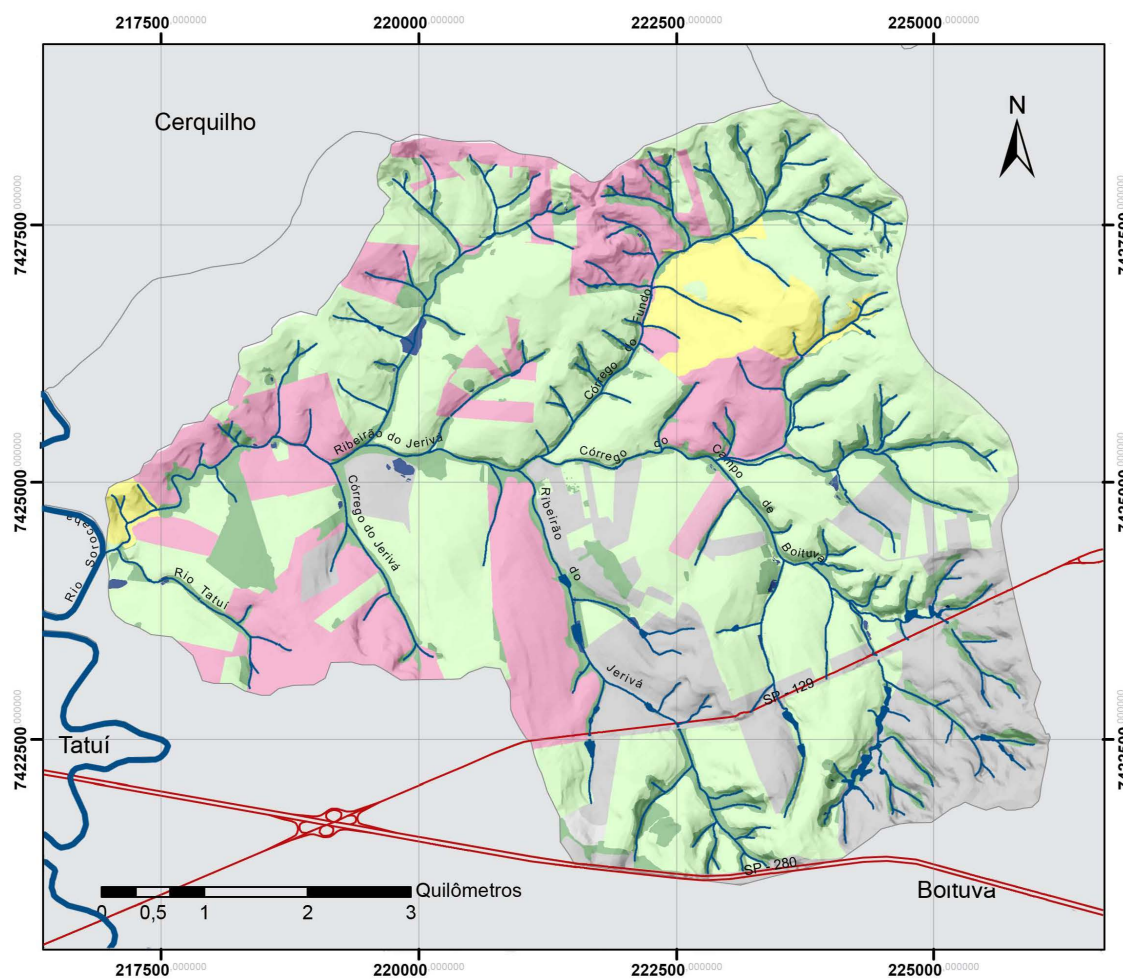
De qualquer modo, há uma contribuição considerável do entendimento da dinâmica de evolução da paisagem pré-urbanização, para que seja possível traçar projeções sobre a dinâmica de erosão e sedimentação a partir das interferências da cidade e de tudo que ela representa do ponto de vista ambiental

O mapa de declividade (Mapa 5) tem possibilitado boa correlação entre as características topográficas, o uso do solo (Mapa 6) observado em campo e imagens de satélite e os potenciais problemas ambientais do município.

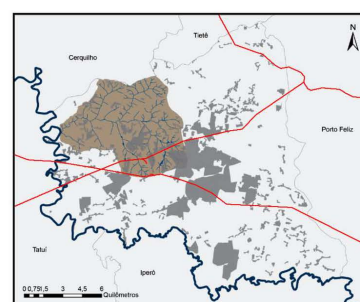
A partir desse mapa é possível verificar o potencial erosivo nos setores das cabeceiras de drenagem, em geral com declividades de até 30%, evidenciando que o atual processo geomorfológico se resume a erosão da superfície de interflúvios mencionadas nesse trabalho. Em outras palavras, os cursos fluviais atuais estão dissecando de modo intenso os interflúvios mais elevados da Depressão Periférica Paulista, obviamente na escala do Quaternário do sudeste brasileiro.



Mapa 6 - Uso do solo na bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP

**Legenda**

- Vegetação rasteira ou Pastagem
- Fragmentos Florestais
- Permacultura
- Áreas Construídas
- Áreas de Cultivo
- Corpos D'água

**Contexto da bacia no município****Convenções cartográficas**

- Bacia do Ribeirão do Jerivá
- Limites administrativos
- Rodovias principais
- Rio Sorocaba
- Rede de Drenagem
- Reservatórios

**Base de Dados:** IGC, CRPM, Airbus/Esri, Rapideys/MMA, ANA, Instituto Florestal, IBGE, Open Street, Emplasa, Embrapa, SICAR, Prefeitura de Boituva

**Datum:** SIRGAS 2000, UTM 23S

Fonte: Versolato (2019)

Quanto a Boituva, o relevo apresenta, em geral, aspectos suavizados, como visto acima, com interflúvios de topos mais tabulares, e predominando declividades inferiores à 12%. Tal configuração é algo positivo para o planejamento urbano e ambiental, pois áreas de baixa declividade sempre se configuram em setores que ocasionam menores problemas à gestão municipal, pois apresentam menores restrições ao uso e ocupação, desde que sejam operacionalizados os diferentes sistemas de drenagem, tanto da área rural quanto urbana.

No entanto, características como essas podem levar os gestores a um perfil de desconsideração dos nuances de declividade locais, partindo-se assim para uma generalização que pode afetar a implantação de modelos adequados de urbanização e/ou de infraestrutura na área rural.

É importante destacar que mesmo em áreas mais planas, com baixas declividades, há diversas restrições ao planejamento ambiental, pois as áreas declividades inferiores à 3%, em alguns casos à 5%, constituem setores sujeitos a inundações e alagamentos, a depender da influência de outros elementos que participam da dinâmica ambiental da paisagem local. Outro problema são os movimentos de massa.

São diversas as variáveis que determinam se uma encosta é estável ou instável: o ângulo de repouso, a natureza do material na encosta, a quantidade de água infiltrada nos materiais, a inclinação da encosta e presença de vegetação. Esses fatores são condicionantes e dirão através de observação e monitoramento se a encosta tem risco de sofrer movimento.

Para Cunha e Guerra (2008), nos movimentos de massa ocorre um movimento coletivo do solo e/ou rocha, onde a gravidade/declividade possui um papel significativo. A água pode tornar ainda mais catastrófico, mas não é necessariamente o principal agente desse processo. Ao mesmo tempo que as baixas declividades facilitam a ocupação do território a partir de diferentes atividades antrópicas, tal fator tem ocasionado diferentes impactos ambientais onde talvez o principal seja a supressão da vegetação original.

Na fotografia (8), apresenta uma situação de instabilidade de encosta em setor de declividade moderada no município, mas onde o corte do talude, bem como sua estabilização não foi realizada de forma adequada, resultando em



movimentos de massa pontuais, mas que já se configuraram em risco para algumas residências.

Fotografia 8 - Casa interditada em área de risco em uma vertente da Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP\



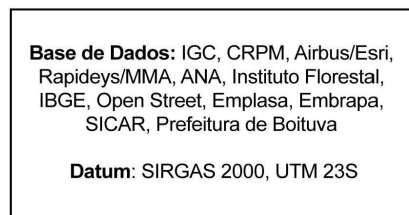
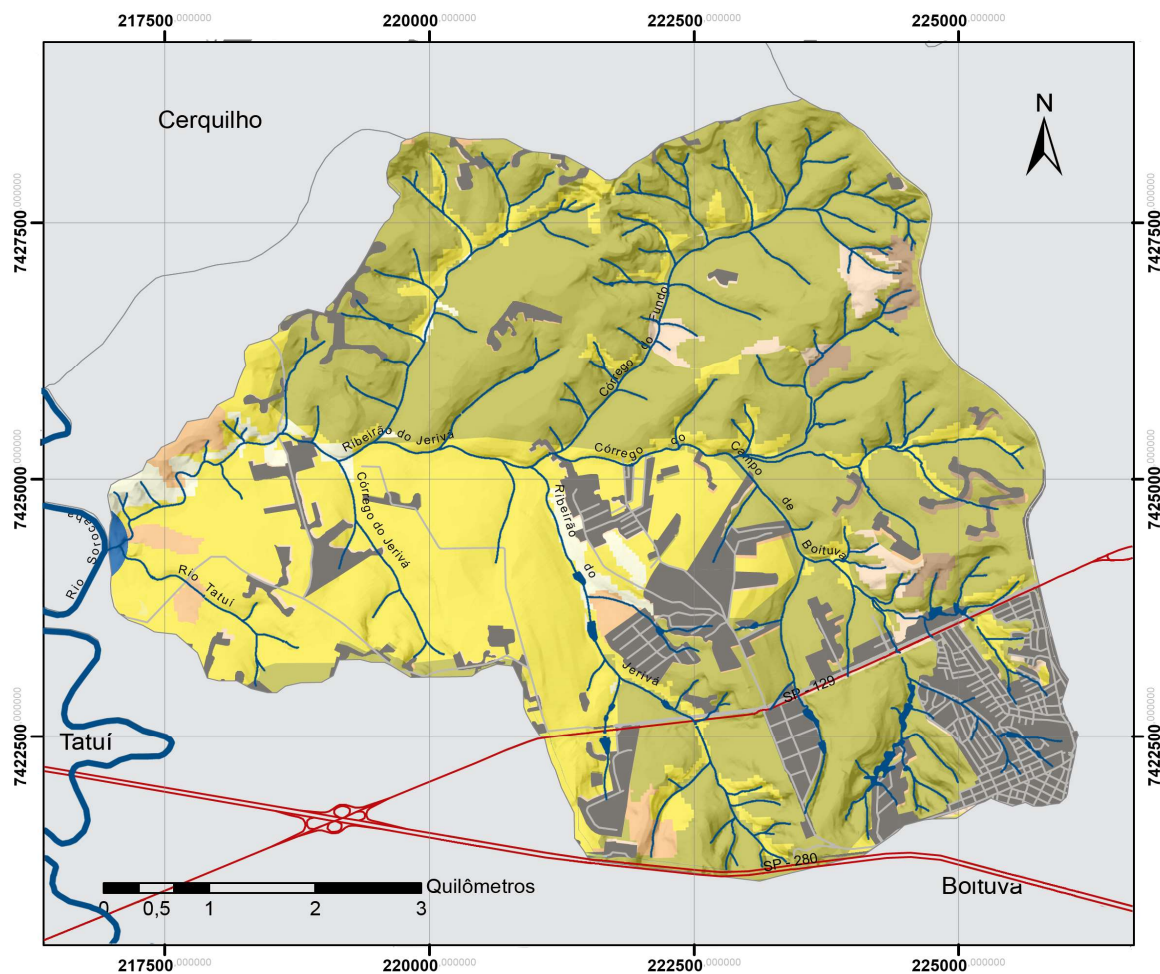
Fonte: Versolato (2018)

De fato, pela carta de risco de escorregamento e inundação, a bacia do Ribeirão do Jerivá apresenta risco baixo na maioria dos setores (Mapa 7), entretanto é possível identificar setores em que os risco a alocação de empreendimentos, sejam eles rurais ou urbanos, é desaconselhado. Embora setores de risco médio e médio alto estejam ocupados pela malha urbana.

Essa ocupação de setores de risco acelera os processos geomorfológicos e tornam menos previsível a ocorrência de movimentos de massa, que de fato representam um dos maiores riscos em cidades de países de clima tropical, como o Brasil. Essa aceleração dos processos naturais representa, além de um risco, prejuízo ao município e moradores.

Além da instalação de empreendimentos em setores com maior declive e a alta impermeabilização do solo, a supressão da mata nativa levam a um aumento da vazão e do fluxo de águas nos períodos chuvosos. A consequência é a mesma das grandes cidades: enchentes, inundação, alagamento e enxurrada

Mapa 7 - Risco de escorregamento e inundação na Bacia do Ribeirão do Jervá, município de Boituva - SP



Fonte: Adaptado por Versolato (2019)

Mesmo em tempos de seca, é possível observar a consequência do aumento de fluxo e vazão das águas das chuvas. Nos trabalhos de campo, foi observado muito lixo retido na pouca mata ciliar dos canais de drenagem da área de estudo. Além disso, em alguns pontos o asfalto foi arrancado pela força das águas.

Nas palavras de Caseti (1991) as vertentes, localizadas nos centros urbanos, servem de suporte para a implantação de usos desaconselháveis, tanto por aqueles que detêm capital e ambicionam acumular riqueza, quanto por aqueles que não têm nenhum recurso, e as ocupam de modo desordenado, levando conseqüentemente a sua degradação.

A verticalização por exemplo pode ser interpretada como modelo positivo de ocupação na cidade contemporânea, tendo em vista o sobreuso de um mesmo terreno. De fato, no contexto das políticas públicas e infraestrutura, o adensamento da cidade, ocupando espaços ociosos, e diminuindo distâncias é algo favorável, sendo ainda a verticalização uma forma de adensamento na cidade contemporânea. No entanto, a verticalização enquanto estratégia de adensamento se justifica mais em grandes áreas urbanizadas, sendo questionados grandes empreendimentos em cidades menores.

Nesse sentido, a depender do local a ser instalado, os empreendimentos verticalizados, principalmente residenciais, podem impulsionar alguns problemas hidrogeomorfológicos, principalmente se o sistema de drenagem urbana não está estruturado adequadamente para os novos índices de vazão e escoamento. Na Fotografia 9 é possível observar exemplo de empreendimento vertical próximo a cabeceira de drenagem em formato de anfiteatros do Córrego do Jerivá, evidenciando novo tipo de ocupação que se têm iniciado na área urbana de Boituva.

Além da ocupação de cabeceiras de drenagem em anfiteatros, impacta todo o sistema de drenagem a jusante, o empreendimento ainda canalizou dois cursos d'água que vinham de duas cabeceiras e se uniam a um maior pouco a frente dos edifícios.

Fotografia 9 - Torres de apartamentos ocupam setor de cabeceiras na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



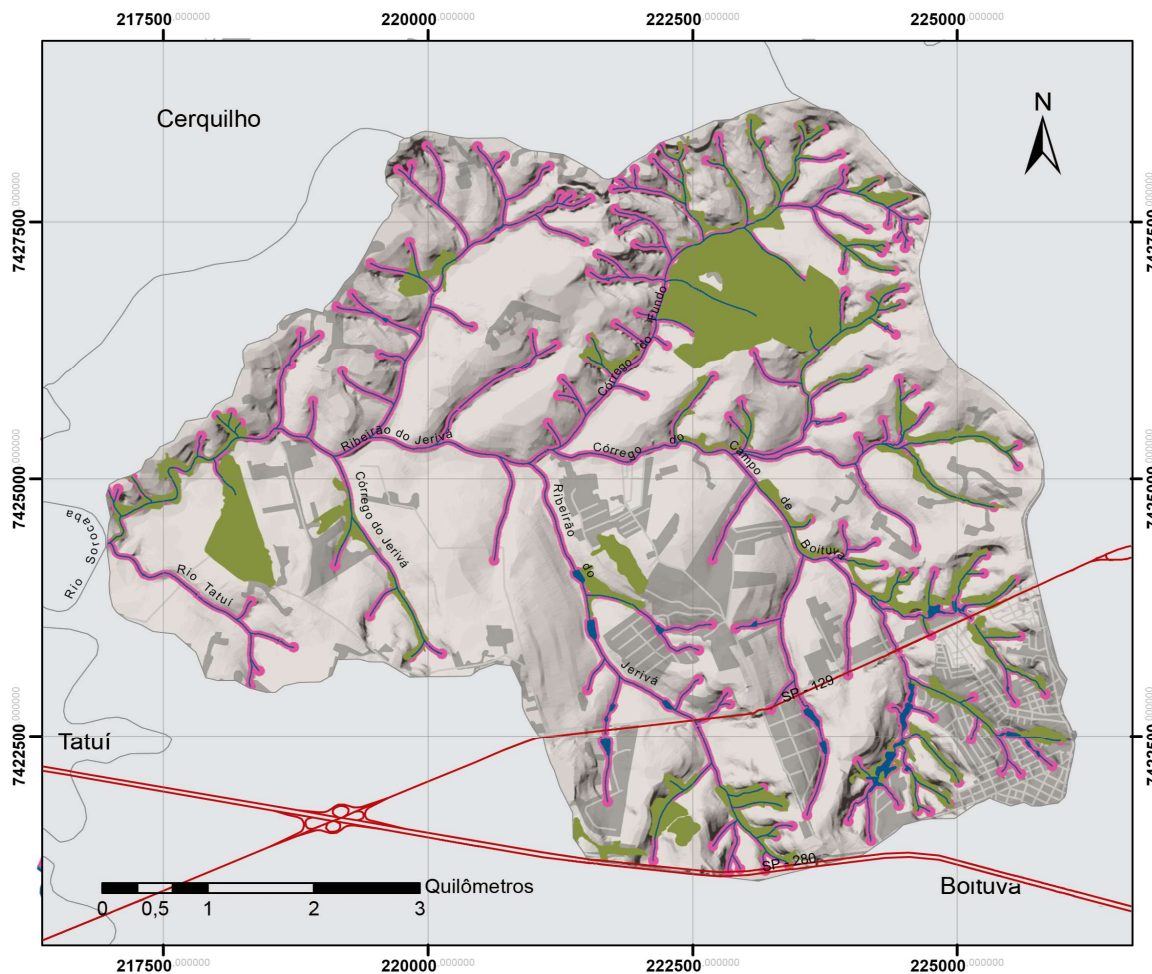
Fonte: Versolato (2018)

Como visto, tanto a urbanização quanto atividades como agricultura e pecuária são consideradas alterações de primeira ordem no meio ambiente, acompanhado da supressão da vegetação nativa (Mapa 8). O desmatamento de setores de APPs, tanto de fundos de vale quanto de topos de morros e mata ripária alteram todo o sistema de drenagem, amplificando ou retardando processos naturais.

A vegetação, nesse caso específico, das APPs, também contribui para melhorar a estabilidade do talude. Castillo et al. (1997) relacionam diferentes citações de trabalhos desenvolvidos que demonstraram haver correlação exponencial negativa entre o valor do recobrimento vegetal médio e a perda de solos. Para Firmino (2003) as matas ciliares, as matas de galerias ou matas ripárias representam um ambiente heterogêneo, com grande número de espécies, o que reflete um índice de diversidade muito superior ao encontrado em outras formações florestais.



Mapa 8 - APPs e fragmentos florestais na bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



**Legenda**

- Fragmentos Florestais
- Área Urbana
- APP Legal
- Arruamento

**Contexto da bacia no município**

**Convenções cartográficas**

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Bacia do Ribeirão do Jerivá	<span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid #0070c0; margin-right: 5px;"></span> Rio Sorocaba
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Limites administrativos	<span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px dashed #0070c0; margin-right: 5px;"></span> Rede de Drenagem
<span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px solid #e91e63; margin-right: 5px;"></span> Rodovias principais	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #0070c0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Reservatórios

**Base de Dados:** IGC, CRPM, Airbus/Esri, Rapideys/MMA, ANA, Instituto Florestal, IBGE, Open Street, Emplasa, Embrapa, SICAR, Prefeitura de Boituva

**Datum:** SIRGAS 2000, UTM 23S

Fonte: Versolato (2019)

O autor citado enfatiza ainda a importância das matas ciliares para a multiplicação de espécies vegetais, uma vez que elas atuam como corredores de migração da biota local. Neste sentido alguns cursos fluviais do município de Boituva apresentam matas ciliares incipientes, em geral com predomínio de gramíneas.

Segundo Valente e Gomes, 2005 a vegetação ciliar é uma faixa de proteção de curso de água que tem como funções, servir de habitat para vários componentes da fauna silvestre, diminuir a temperatura da água, dentre outros. Portanto, a eficiência ambiental das matas ciliares é extremamente importante, constituindo proteção física contra a poluição da água.

Firmino (2003) salienta que a presença dessas matas proporciona uma redução significativa na possibilidade de contaminação da água, por produtos como agrotóxicos, garimpo, resíduos agropecuários no geral, dentre muitos outros.

Hinkel (2003), diz que as zonas ripárias possuem importância particular na manutenção da qualidade e quantidade de água, permitindo a estabilidade das margens, servindo como filtros, exercendo papel de barreira física entre o ambiente terrestre e o aquático e contribuindo para a diminuição do escoamento superficial e assim do surgimento de erosões.

Mesmo que o município de Boituva ainda apresente uma quantidade regular (Mapa 6) de fragmentos e APPs proporcionais à área total do município, considera-se que as mesmas poderiam se encontrar em melhores condições.

Deve-se mencionar ainda a presença de algumas nascentes que poderiam estar em melhor estado de preservação, mas que o atual uso do solo acaba degradando essas áreas chaves para o equilíbrio ecossistêmico das bacias hidrográficas que drenam o município. Vale ressaltar que o Inciso XVII do art. 3 da Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre o Código Florestal estabelece que nascentes é o afloramento natural do lenço freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água.

Assim sendo, não é possível pensar em práticas eficientes de conservação de áreas do município de Boituva sem que esse manejo seja diretamente relacionado à preservação das atuais APPs, bem como na

implantação de programas de médio e longo prazo para a recuperação das áreas de nascentes do município.

De toda forma, há estudos que argumentam que apenas aplicar o que determina a lei, no caso aqui presente, 30 metros de vegetação na rede de drenagem e 50 metros nas cabeceiras de cursos d'água de 1º ordem não melhoraria as questões de infiltração e de escoamento superficial, além de não contribuir para a diminuição do pico de cheias durante o período de chuvas.

Apesar de não sugerir a alteração ou o não cumprimento da lei em detrimento ao estudo que propõem uma melhor alocação das áreas ripárias, a o processo de decisão de restauração de uma mata ripária pode e deve ser incluída no planejamento urbano do município.

Outro aspecto a ser considerado na análise ambiental é a existência de carste no arenito do Grupo Itararé. O trabalho de campo identificou duas cavidades próximas ao centro urbano de Boituva (Fotografia 10).

A possibilidade da ocorrência de cavidades naturais em arenito não era reconhecida pela ciência há pouco tempo. Esse entendimento vem mudando com novas pesquisas e com a descrição do processo de intemperismo que desgasta a rocha. Até então a ciência somente reconhecia a existência de carste em rochas carbonática, cujo processo de dissolução envolvia a solubilização do carbonato de cálcio por componente ácido na água que precipitava sobre a rocha e infiltrava.

A Prefeitura de Boituva requisitou laudos do CPRM e do Instituto Geológico de São Paulo, mas ambos concluíram que as cavernas eram de baixa relevância. Essa ação da prefeitura foi motivada por uma incursão dos homens do Corpo de Bombeiros em 2014. Na época eles conseguiram percorrer cerca de 60 metros de uma delas. Não houve mapeamento da morfologia da cavidade

O entendimento científico de que as cavidades em rocha não-carbonáticas são relevantes não foram suficientes para mudar os procedimentos de órgãos públicos, que ainda não contemplam a proteção desse tipo de carste. Dessa maneira, é imperioso que o poder público local proteja as cavidades com a criação de um parque municipal, única maneira vislumbrada para proteção das cavidades. Num primeiro momento, o poder municipal interditou o loteamento

que seria implantado na laje de uma das cavernas, classificando a área como de risco.

Fotografia 10 - Interior de uma das cavernas de arenito na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



Fonte: Augusto Sitta (2014)

Como visto, a intervenção do poder público é fundamental para a manutenção de um ambiente equilibrado e justo, como determina a Constituição federal. No entanto, Se a expansão urbana não for regulada, se dará como historicamente se deu: sobre áreas não aptas à urbanização e de restrições já estabelecidas por diferentes legislações ambientais e urbanas, como fundos de vales, encostas íngremes ou áreas de risco, repetindo os mesmos equívocos de gestão e, como consequência, a continuidade dos mesmos problemas que as grandes metrópoles têm enfrentado por décadas seguidas de crescimento não planejado.

## 6.2 DISPERSÃO URBANA E A APROPRIAÇÃO DO RELEVO NA ÁREA DE ESTUDO

Um dos aspectos observados durante as pesquisas na bacia do Ribeirão do Jerivá está relacionado ao tipo de urbanização desenvolvido nas últimas décadas, não somente na área de estudo, mas também em todo município de Boituva. Na verdade, trata-se de um fenômeno global conhecido por urbanização dispersa. Essa tendência é observada em várias cidades do Brasil e do mundo e é uma das características mais importantes do processo de urbanização contemporâneo.



Essa prática, feita em consonância entre poder público e mercado imobiliário, cria um esgarçamento do tecido urbano, dotando terras, antes definidas como rurais, de infraestrutura urbana e serviços públicos. Esses terrenos rapidamente se valorizam às custas do poder público, mas não mudam sua função social imediatamente.

O Estatuto das Cidades coloca nas mãos dos municípios a responsabilidade pelo planejamento e gerenciamento do território municipal. Não apenas a área urbana, mas também a rural. Essa imposição legal incorpora a necessidade de levar em conta as novas dinâmicas socioespaciais contemporâneas e a discussão em torno do meio ambiente no planejamento urbano.

Ao determinar que cabe ao município regular as atividades e o uso do solo em todo o município, o legislador esperava estabelecer um marco que regulasse várias questões como a preservação do meio ambiente e o uso social da terra nas futuras fases de expansão urbana. No entanto, o caráter urbano do Estatuto da Cidade, as lacunas legais e a sobreposição com leis federais e estaduais ainda vigentes ajudaram a perpetuar a crise urbana refletida no crescimento desordenado, no espraiamento das cidades, na ocupação do relevo sem habilidade para a urbanização e em mais e mais impactos para o meio ambiente.

A questão se torna especialmente delicada quando se analisa esse padrão de urbanização do ponto de vista do meio ambiente. Uma cidade dispersa espacialmente, mas conectada por meios de comunicação, linhas de transporte, infraestrutura, abastecimento de água, energia elétrica e coleta de lixo, tem o potencial de alterar o ciclo de energia e matéria entre as sub-bacias hidrográficas, causando um desequilíbrio que pode ter consequências não somente locais, mas regionais.

A forma como as cidades crescem faz com que o processo de urbanização seja um problema ambiental em si - e não somente um gerador de impactos ambientais. A urbanização modifica todos os elementos da paisagem: solo, geomorfologia, vegetação, fauna, hidrografia, ar e até mesmo o clima de uma região (BRAGA, 2005).

Ainda que seja possível a conservação dentro do perímetro urbano, é na área rural que, em teoria, há melhores condições ambientais para tal objetivo. Como visto, a conservação do meio ambiente dificilmente se dá em áreas urbanizadas, por

isso, autores defendem que o planejamento das cidades se dê a partir do rural, considerando as imposições do meio ambiente, especialmente em municípios de pequeno e médio porte, onde são possíveis práticas conservacionistas em ambientes com pouca interferência antrópica.

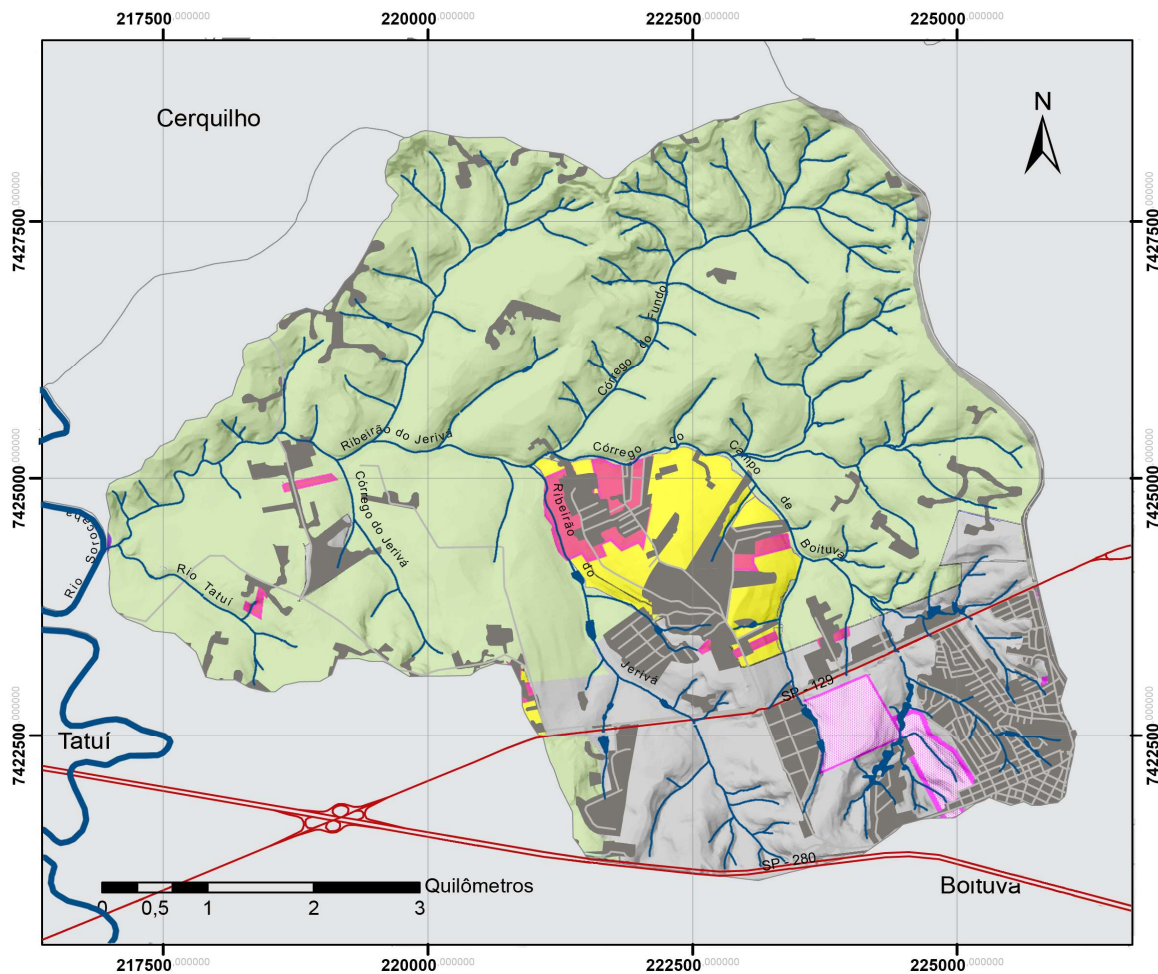
Boituva encontra-se em uma fase de revisão de seu plano diretor. Com quase 60 mil habitantes, o município tem uma chance única de reavaliar seu modelo de crescimento que aponta para um espraiamento no sentido de áreas-chave para preservação. O último documento data de 2006 e foi estabelecido pela lei municipal nº 1730.

Apesar de Boituva ter editado o primeiro Plano Diretor em 1998 e de ser um dos municípios que mais cita a preservação do meio ambiente no documento (Santoro, 2012), a realidade do crescimento da cidade mostra que as diretrizes dos Planos Diretores são pouco contempladas no dia a dia da administração pública. As informações do Plano Diretor e da Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 2.169/2011) serão apresentadas ao longo desses tópicos juntamente com o mapa de Macrozoneamento (8) e o de Zoneamento (9) para melhor entendimento de como se dá a apropriação do relevo na Bacia do Ribeirão do Jerivá.

A julgar apenas pelo Mapa 8, fica claro que a urbanização desse recorte geográfico de Boituva se dá à margem da lei, num movimento pendular em que o setor público constrói sem autorização legal e posteriormente, por lei, o ente público legaliza. Esse tipo de expansão urbana desconhece limites físicos, sociais e legais. Começando pela "Macrozona Urbana", que é definida pelo município como sendo muito maior que os núcleos urbanos nela inseridos. Isso cria vazios sem edificação que ficam por vários anos sem cumprir sua função social esperando por uma valorização.

Na verdade, quando um terreno é definido como urbano apenas por estar entre dois núcleos urbanizados, ainda que seja, na prática, uma grande área de pasto, já sofre uma supervalorização do preço da terra e deveria ser compensado por meio de um instrumento chamado "outorga onerosa por alteração de uso". Trata-se de um mecanismo previsto em lei que compensa o ganho privado na conversão de terras rurais (vendidas em hectares) em urbanas (comercializadas em metros).

Mapa 9 - Macrozoneamento na Bacia do Ribeirão do Jervá, Boituva-SP

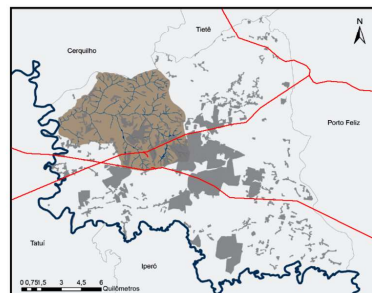
**Legenda**

## Macrozoneamento

- Macrozona Rural
- Zona de expansão urbana
- Macrozona Urbana
- Núcleos urbanizados (Emprapa)
- Loteamentos regulares
- Loteamentos irregulares

**Convenções cartográficas**

- Bacia do Ribeirão do Jervá
- Limites administrativos
- Rodovias principais
- Rio Sorocaba
- Rede de Drenagem
- Reservatórios

**Contexto da bacia no município**

**Base de Dados:** IGC, CRPM, Airbus/Esri, Rapideys/MMA, ANA, Instituto Florestal, IBGE, Open Street, Emplasa, Emprapa, SICAR, Prefeitura de Boituva

**Datum:** SIRGAS 2000, UTM 23S

Fonte: Versolato (2019)

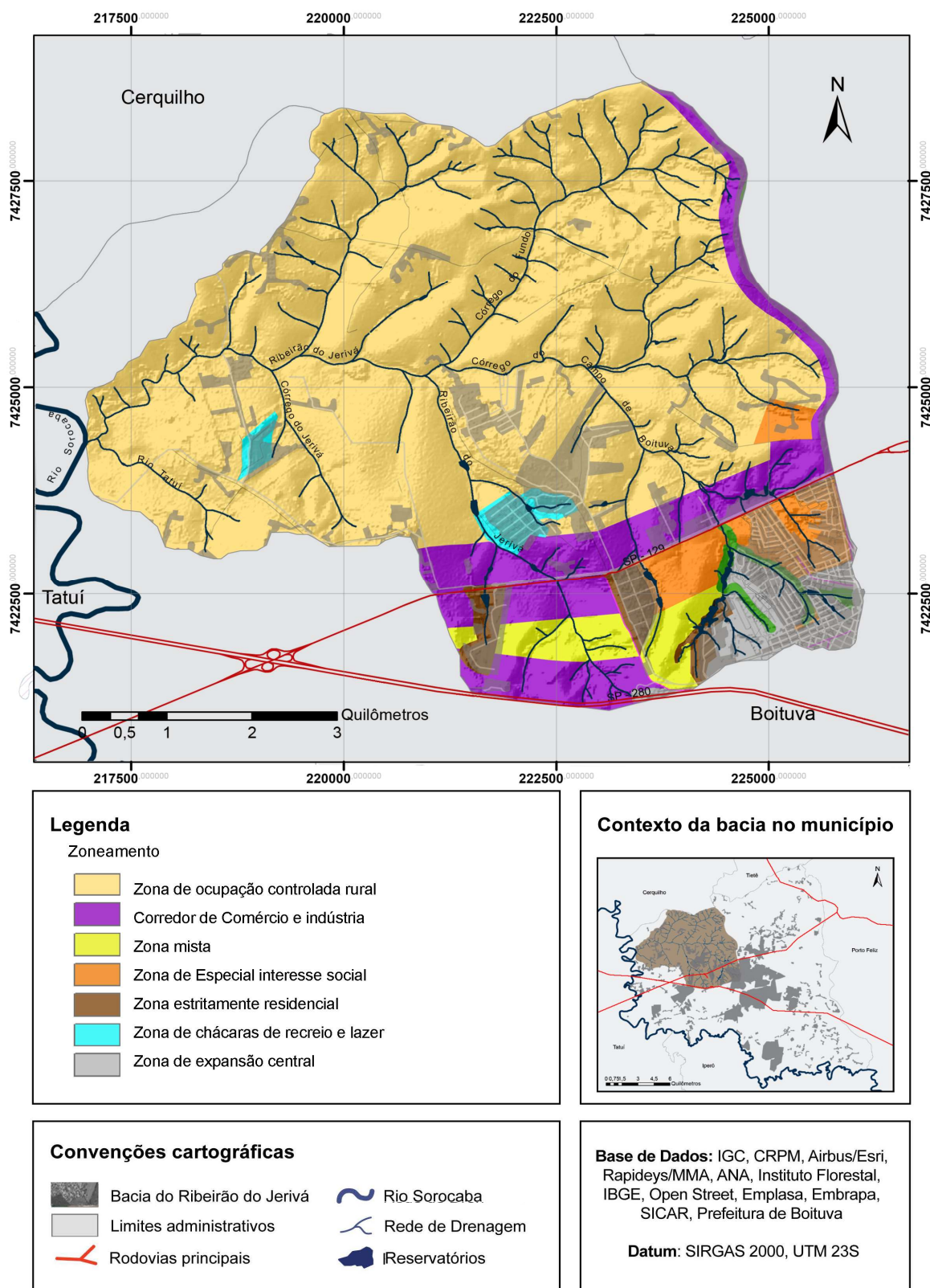
O mapa 9 mostra o Zoneamento da cidade de Boituva na área de estudo. Esse mapa deveria ser um desdobramento do mapa de Macrozoneamento. E em boa parte essa relação é estabelecida. De fato, a prefeitura divide a Macrozona Urbana em zonas menores que divergem entre si nas taxas de ocupação e nos tipos de usos permitidos. No entanto, a Zona de Ocupação Controlada Rural não mostra o vetor de crescimento urbano, exposto no Mapa 8 em amarelo.

A Lei Complementar 1.730/2006, capítulo IV, seção I define a Zona de Ocupação Controlada Rural, como sendo "composta por áreas com tendências para a expansão urbana, apresentando usos diversificados que se configuram como transição entre o meio rural e o meio urbano". Contudo, a leitura mais acurada da lei revela alguns problemas. Primeiro que o diagnóstico feito da região é, no mínimo, limitado. A área é definida como:

- I. usos predominantemente rurais;
- II. grande diversidade de produção agrícola e de agroecossistemas;
- III. diversidade de solos e estrutura fundiária;
- IV. presença de pequenas e médias propriedades rurais baseadas na agricultura familiar, com tradições culturais e estrutura produtiva diversificada;
- V. áreas de nascentes de bacias hidrográficas;
- VI. concentração de Chácaras de Recreio já consolidadas;
- VII. áreas com grande potencial turístico.

Na verdade, o Mapa 6 de Uso e Ocupação do Solo confeccionado utilizando imagens do conjunto de satélites RapidEye mostra que a área é com predomínio de pastagem, áreas de monocultura como de cana e milho, além da silvicultura de Eucalipto, esse último mostra fragmentos junto a foz do Ribeirão do Jerivá e um grande fragmento na região Nordeste da Bacia. Quanto à área de cultivo, há duas áreas de cultivo de cana, uma delas vizinha a um núcleo urbano, dentro da Macrozona de Expansão Urbana. Como o cultivo da cana exige o uso de pesticidas e herbicidas no controle de pragas, há uma população vulnerável e aponta para falta total de controle municipal sobre o uso do solo.

Mapa 10 - Zoneamento na Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva, SP



Fonte: Versolato (2019)

Quanto à "grande diversidade de solos", acreditamos que o legislador tenha afirmado que grande é a quantidade de usos do solo. Na verdade, como visto no item 4.4, o município tem apenas 3 tipos de solo: argissolos, latossolos e gleissolos. Esse último apenas em alguns depósitos ao longo do Rio Sorocaba e apenas na fronteira sul do município.

Quanto à presença de agricultura familiar, há poucos indícios dessa prática. Na verdade, é possível identificar pelas imagens de satélite e trabalhos de campo grandes plantações que adotam irrigação por pivô, um sistema mais sofisticado e caro de produção agrícola e colheita automatizada. Há pelo menos um grande frigorífico, grandes áreas de pastagem para gado de corte, grandes áreas de cultivo de cana, empregando inclusive mecanização na colheita, e silviculturas, uma delas inclusive representando o maior fragmento de floresta do município, além de um número relativo de plantas industriais espalhadas pela bacia e que atraem pequenos loteamentos de casas, provavelmente para abrigar trabalhadores.

Apesar de todas as observações quanto às características da área, a lei ainda cria uma ficção quanto às diretrizes a serem seguidas. Um exemplo é o item II do art. 34:

- I. Restringir a ocupação da região como eixo de expansão.

Como visto acima, no mapa de Macrozoneamento, a prefeitura converte uma grande área que, segundo a legislação, deveria ser restrita à ocupação, em "Zona de Expansão Urbana". Não é somente contraditório. Na verdade, a prefeitura descumpra uma legislação que ela mesma editou e o faz para corrigir um problema na fiscalização das ações que ocorrem em seu território. Isso ocorre porque o ente público se julga parceiro nos negócios, obrigado a criar um ambiente que reduza as obrigações do empreendedor e favorável aos negócios. Isso fica demonstrado no item IV do mesmo artigo citado acima:

- IV. Garantir o provimento de infraestrutura adequada e de equipamentos públicos compatíveis aos parcelamentos para fins urbanos a serem empreendidos;

A realização das obras de infraestrutura em loteamento cabe, originariamente, ao loteador, como previsto no artigo 2º da Lei nº 6.766 /79. 5. Ao poder público, nos termos do artigo 40 da mesma legislação, cumpre fiscalizar se o projeto está em conformidade com o que determina a lei.

A aprovação do loteamento pelo Município atrai a presunção do cumprimento de todas as exigências legais, dentre as quais a instalação de equipamentos urbanos que viabilizem o fornecimento de energia elétrica pública, água e esgoto.

Conforme consta do artigo 40 da Lei 6.766/79, o município tem o poder-dever de "regularizar loteamento ou desmembramento não autorizado ou executado sem observância das determinações do ato administrativo de licença, para evitar lesão aos seus padrões de desenvolvimento urbano e na defesa dos direitos dos adquirentes de lotes", pois é o "responsável pelo parcelamento, uso e ocupação do solo urbano, atividade essa que é vinculada, e não discricionária." (TJMG, 2019).

Essa realidade não é exclusiva de Boituva. Em um trabalho sobre Palmas/TO, Barbosa Souza (2002) anotou que o poder municipal justificou a criação de uma grande Macrozona Urbana de "loteamentos dispersos já implantados, porém em diferentes situações de irregularidade e clandestinidade, sendo que o perímetro urbano deveria englobar todos eles, no sentido de proporcionar sua regularização. Dentro do neoliberalismo, "incentiva, permite e até delega" a empresas a gestão do controle e uso do espaço que são de sua responsabilidade" (SANT'ANNA NETO, 2011).

Há farta literatura disponível provando que proprietários de terras, loteadores e construtores atuam quase sem legislação, levando a reboque o estado, que depois regulamenta o irregular com anuência do judiciário (BUENO, 2013). Para Casseti (1991, p. 25), "os impactos ambientais têm se agravado em função do maior desenvolvimento anárquico das forças produtivas que estruturam o modo de produção capitalista, enquanto as relações de produção são relações de domínio e submissão".

Ao transformar o relevo em mercadoria com valor de uso e de troca, o desequilíbrio social já está estabelecido, pois passa a ser propriedade privada para uma determinada classe social e não para outra. O caráter mercantil da terra e o poder do dono da terra no Brasil faz com que questões muito básicas como moradia e saneamento básico sejam arrastadas por séculos sem solução. Na verdade, o próprio poder público age para criar escassez mercantil da terra, cria vazios urbanos, empurrando a população mais desvalida para áreas como fundo de vale ou encostas íngremes, descumprindo a legislação que ele próprio criou.

Santoro (2012) demonstra a pressão dos proprietários de terra na ampliação dos limites urbanos e as diversas maneiras com que o poder público age para normatizar essa expansão. Esse movimento é o criador de impactos ambientais urbanos. Como exemplos, podem ser citadas as perturbações: nas relações entre a infiltração, o escoamento superficial e a drenagem fluvial das águas.

As unidades do relevo se diferenciam principalmente em função do nível de dissecação e das formas das superfícies, sendo o interflúvio uma forma básica, uma vez que constituem os divisores de água do escoamento superficial e dos canais de drenagem. Outra leitura muito útil e utilizada neste trabalho é a dinâmica da encosta, uma feição básica que compõe o interflúvio. Baccaro (1999) afirma que em estudos geomorfológicos, sobretudo os que tratam da morfodinâmica das vertentes é fundamental num primeiro nível de abordagem.

Segundo Valeriano (2002), as vertentes são locais onde ocorrem o intemperismo, o transporte e deposição de materiais. O estudo das encostas e dos processos que nelas ocorrem requer uma descrição cuidadosa e detalhada das encostas e geralmente é feita com referência ao seu perfil topográfico. As encostas constituem assim superfícies as quais influenciam os processos geomorfológicos que moldam as paisagens por permitir que força da gravidade, que atua como componente vertical, também atue como um componente lateral, estabelecendo o transporte de materiais e escoamento ao longo do relevo.

Conforme Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2004), as Zonas Dispersoras perfazem os topos, onde se dá a dispersão do material erodido; Zonas Transmissoras, com maior declividade aceleram a dispersão do material de erosão e as Zonas receptoras e acumuladoras, compreendem setores baixos que recebem o material da Zonas Dispersoras e transmissoras.

No caso da bacia do Ribeirão do Jerivá, nota-se a predominância de vertentes convexas, tanto divergentes quanto planares, compreendendo-se tal aspecto como resultado do processo de pedogênese predominante nos ambientes tropicais do sudeste brasileiro. Isso demonstra tendência à formação de espessos mantos de regolito no município bem como a facilidade de transporte de material ao longo da encosta.

Para o planejamento urbano, o conhecimento da dinâmica das vertentes contribui para racionalizar o uso adequado e evitar deslizamentos de encostas e



eventos ligados aos períodos mais chuvosos, como aumento do escoamento superficial, picos de vazão, que como consequência levam a enchentes e inundações, muito comuns em países de clima tropical, como o Brasil, (CASSETI, 1994).

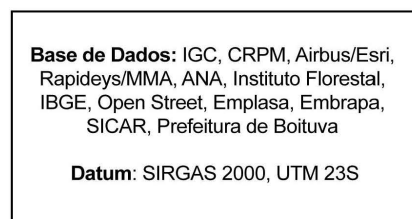
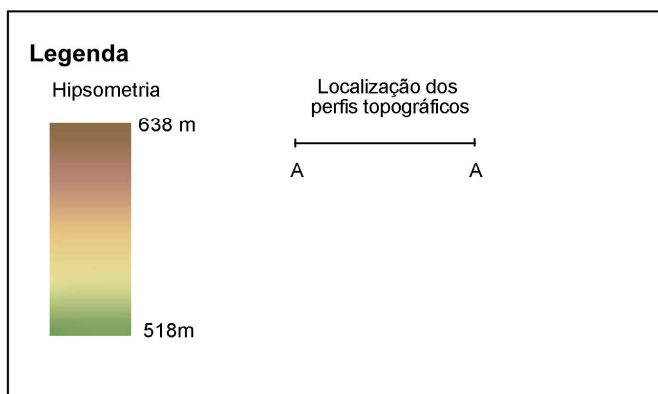
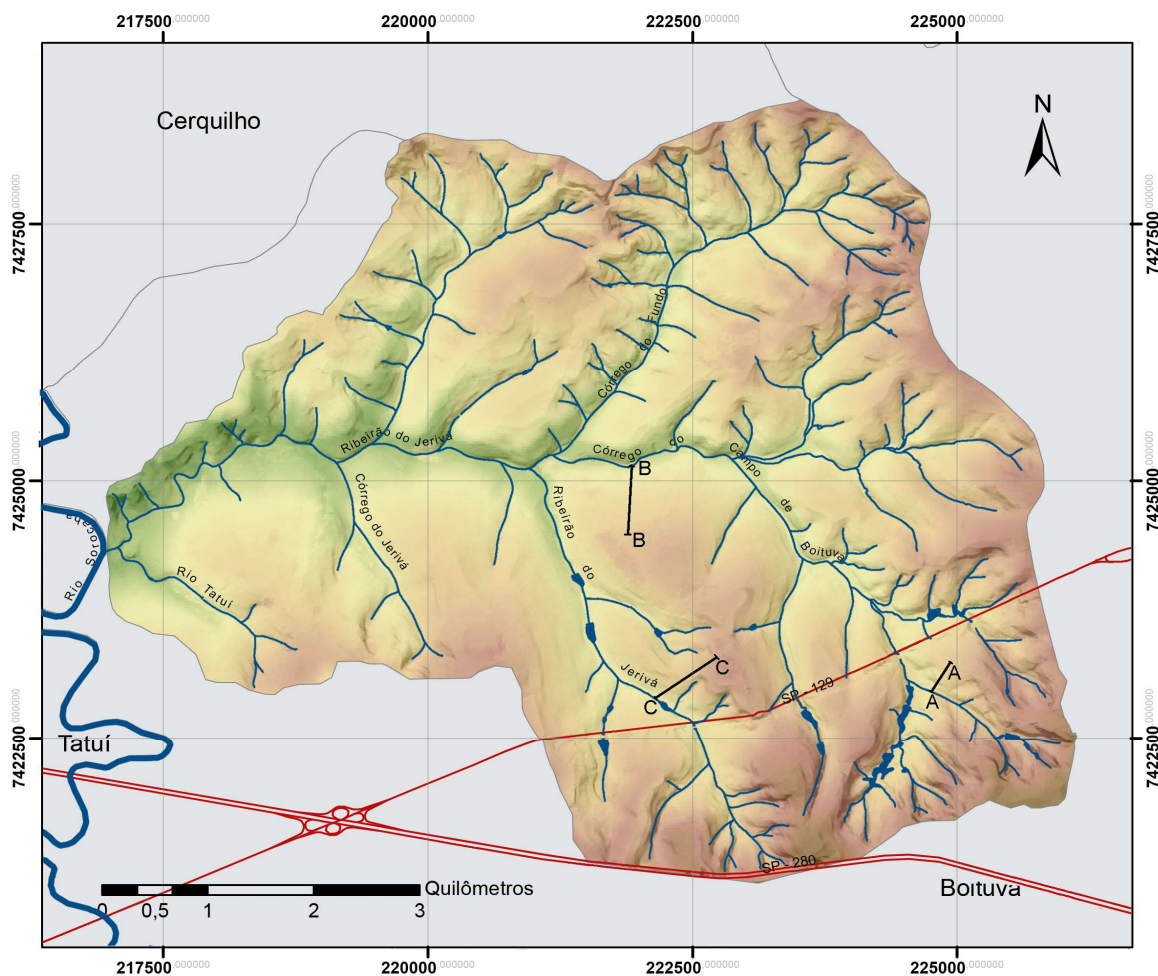
Diversos trabalhos demonstram que as morfologias pertencentes a cada compartimento do relevo estão sujeitas a sofrer influência de agentes modeladores, como no caso da intensa dissecação observada na Bacia do Ribeirão do Jerivá e que se intensifica com as práticas sociais em dinamismo com agentes externos. Toda intervenção da sociedade na natureza causam consequências, ou seja, impactos no ambiente e podem ser dividido em três níveis segundo Lima (1990): primeiro quando há modificação no relevo ou na cobertura vegetal original; segundo quando há alteração na dinâmica geomorfológica e, por último, quando há a criação de depósitos, por força das duas primeiras alterações. Esses depósitos são conhecidos como depósitos do tecnogênico.

O balanço morfogenético de uma vertente é comandada pelo clima, natureza do embasamento rochoso e, principalmente, pelo declive, de forma que quando maior for a inclinação, maior e mais intenso será o transporte de detritos, diminuição da profundidade do solo ou do material intemperizado. Neste cenário, as forças paralelas são intensificadas, reduzindo o componente perpendicular. Ou seja, em declividades acentuadas, a água tende ao escoamento superficial que à infiltração (TRICART, 1977).

Para estabelecer uma correlação entre encosta e ocupação urbana, esse trabalho elegeu três áreas pelo critério da temporalidade de sua urbanização. Os perfis estão identificados no Mapa Hipsométrico (10), pelas letras A-A, B-B e C-C.

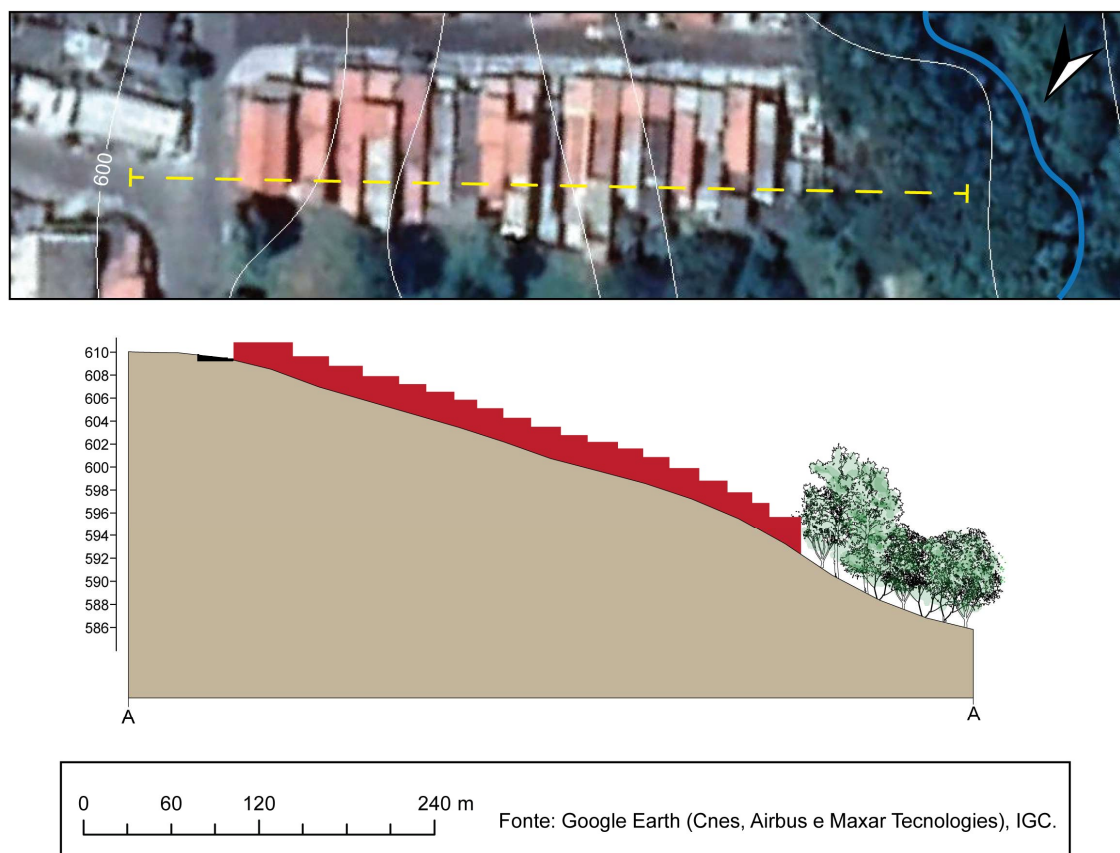
Assim, o primeiro perfil topográfico de uma vertente da bacia do Ribeirão do Jerivá se localiza em uma área de urbanização consolidada, inserido no perímetro urbano legalmente estabelecido pelo município de Boituva, dentro da Unidade 2 do relevo (ver tópico 6.1). Trata-se de um corte no terreno que compreende dois quarteirões, um no topo da vertente e outro às margens de um canal de drenagem da Bacia do Ribeirão do Jerivá (Figura 8).

Mapa 11 - Hipsometria com localização dos perfis das vertentes



Fonte: Versolato (2018)

Figura 6 - Perfil A-A de vertente da Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



Fonte: Versolato (2019)

Trata-se de uma área de urbanização consolidada, com impermeabilização do solo relativamente alta. Como já apontado anteriormente, esse cenário causa um aumento dos picos de cheia no afluente, aumento da vazão e velocidade do fluxo e do escoamento superficial. O desenho das quadras, com padrão quadriculado e ruas no sentido da declividade, ainda permite que tais processos sejam intensificados. A água precipitada na região chega muito mais rápido ao curso fluvial e isso poderia ser melhorado adotando um desenho com ângulos mais oblíquos, que aumentasse o caminho percorrido pela água da chuva antes de chegar ao córrego.

Quanto ao formato do perfil da vertente propriamente dito, aplicando-se a fórmula sugerida por Dalrymple, Blong & Conacher, 1968 (op. cit), podemos afirmar que as unidades 2 e 5 estão presentes nesse perfil. No entanto, devido à impermeabilização do solo, boa parte dos processos geomorfológicos estão em desequilíbrio, como nos casos de processos que dependem da infiltração ou da

saturação do solo. No caso da unidade 2, pode haver transporte de sedimentos provenientes da erosão e material tecnogênico, seguindo de acumulação de uma parte dos sedimentos na rua que cruza perpendicularmente o corte do perfil (Fotografia 11) obstruindo a rede de microdrenagem e ainda ocasionar acidentes da via .

Fotografia 11 - Depósito de solo em rua perpendicular ao perfil da vertente



Fonte: Versolato (2018)

A foto acima mostra a rua perpendicular ao perfil da vertente com sedimentos erodidos de ponto superior de vertente e carregado pela água da chuva. Esse material tende a se acumular na sarjeta criando uma espécie de rampa, conduzindo o escoamento superficial para o setor da cabeceira que não está preparado para recebê-lo, além de carrear resíduos para as bocas de lobo, panorama este que associado à demais processos pode favorecer a maior frequência ou intensidade de eventos extremos durante fortes chuvas.

Em teoria esse movimento de matéria chegaria ao curso d'água, causando assoreamento, ou seja, diminuindo a secção da calha do rio e aumentando o risco de enchentes e inundações. No entanto, outro aspecto caracteriza a área. A forte dissecação de alguns vales na área urbana, já tratada aqui, à medida que expos camadas mais resistentes do Grupo Itararé acentua a erosão lateral e iniciasse uma erosão das margens. Nesse ponto do córrego, as margens estão a quase 90° de ângulo devido a erosão acentuada, aumento da declividade de ocorrência de lento movimento de massa (creeping), inclinando árvores mais próximas às margens



e o transporte de detritos, descartados pela população local, até o canal fluvial (Fotografia 12).

Fotografia 12 - Detritos à margem do curso d'água na área do perfil topográfico A-A



Fonte: Versolato (2018)

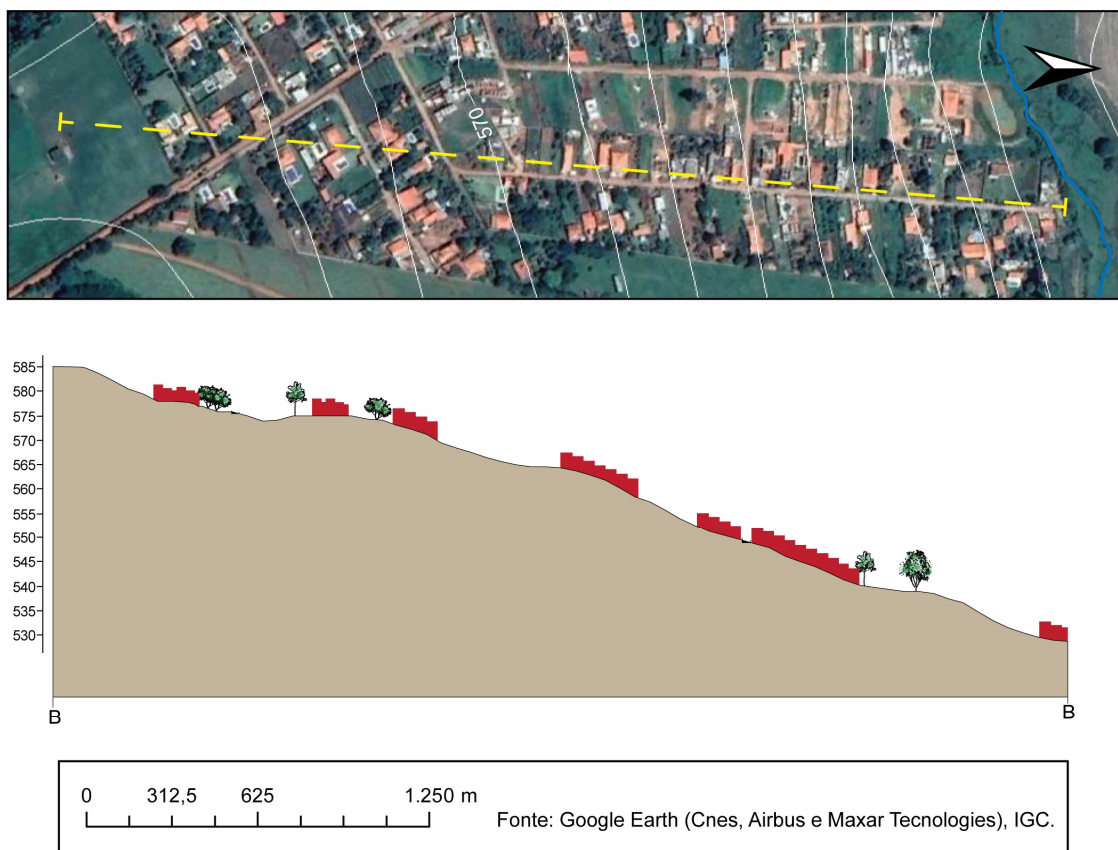
A área convexa de alta vertente, apresenta tendência a dispersar o fluxo hídrico, que em condições originais, coberta por floresta, haveria um balanço entre infiltração e escoamento superficial, sem cobertura arbórea, prevalece o elemento paralelo, aumentando o risco de movimentos de massa. Essa feição é seguida por uma área plano-convexa logo após a rua que corta perpendicularmente a vertente, sendo que o hídrico em ambas as áreas são semelhantes, segundo Gouveia e Rodrigues (2017). Por fim, no último terço há uma área côncava de baixa vertente, apresenta o escoamento em superfícies e subsuperfícies e concentração de fluxo.

Para que a ocupação dessa vertente de modo a ser compatível com relevo e com os padrões de infiltração e escoamento superficial próximo ao ideal do período pré urbanização, seria necessário mudar o desenho das quadras e suprimir algumas delas. Na verdade, esse quarteirão focado no perfil topográfico não deveria existir. Nesse trecho, apesar de haver uma mata ciliar, a declividade fica em torno dos 12%, com áreas ultrapassando os 15%. Aliás esse é o motivo de a implantação dos lotes estarem de forma perpendicular ao curso fluvial. Dessa forma, um parque linear, que criasse conexão verde com outros fragmentos, estabelecendo corredores ecológicos, ocupando as quadras mais próximas ao córrego seria o ideal. da forma

em que está, a solução seria criar um sistema coletor de água pluvial, de modo que a água precipitada na vertente não chegasse diretamente ao canal de drenagem.

A segunda área chave a ser analisada por meio do perfil de uma vertente está localizada no centro da Bacia do Ribeirão do Jerivá, em uma Macrozona de Expansão Urbana, segundo a Prefeitura Municipal de Boituva (ver item 6.2). Trata-se de um bairro que cresceu nos últimos 10 anos, sendo que boa parte das edificações foram construídas em loteamentos irregulares. Apenas nos últimos 2 anos a prefeitura legalizou os loteamentos e, conseqüentemente as edificações, mesmo as flagradamente ilegais, localizadas no fundo do vale do Ribeirão do Jerivá. A regularização também não exigiu contrapartidas ambientais, como por exemplo, a restituição da mata ripária do Ribeirão do Jerivá. As ruas não têm asfaltamento, constituindo assim áreas de solo exposto compactado, que apresenta menor quantidade de poros e, conseqüentemente, menores valores de infiltração e maior quantidade de escoamento superficial. (OLIVEIRA et al., 2008).

Figura 7 - Perfil B-B de vertente da Bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



Fonte: Versolato (2018)

Quando a evolução do uso e ocupação do solo, o primeiro dado disponível está no levantamento topográfico do IGC de 1974. Nessa época, segundo o mapa, a área é toda ocupada com um tipo de cultivo não especificado. Na carta também não há mata ripária ao longo do Ribeirão do Jerivá. Segundo dados do Google Earth que utilizam dados do Landsat, entre 1984 e 1994 a ocupação da área pouco evoluiu. A diferença para 1974, ano da carta do IGC, é um bairro de chácaras urbanas, ainda pequeno, localizado próximo a SP-129. Em 2004, há uma extensão das chácaras urbanas à leste da primeira ocupação, que se alonga em sentido ao fundo do vale. O ano de 2010 marca uma grande expansão do bairro que ocupa a vertente estudada, a principal rua é aberta e os lotes demarcados. Em 2014 há ao menos duas ruas paralelas à esquerda e a direita da rua principal já estão com lotes demarcados. A imagem de satélite mais recente (2019) está na Figura 9 e mostra um bairro em consolidação, com ruas de terra e lotes do tamanho padrão de 5mx25m, incompatíveis com o uso de chácaras urbanas.

Do ponto de vista geomorfológico, há um topo convexo, pequeno em dimensão horizontal, seguida de um colo topográfico associado a uma área convexa. Esse primeiro 1/3 pode ser classificado como as unidades 3 e 5 na proposta de Dalrymple, Blong e Conacher (1968). A área 3 relativas a processos reptação e formação de terracetes. Já a unidade 5 é um declive de transporte que envolve os movimentos do solo e da água, essa tanto superficial quanto subsuperficial.

É importante notar que o perfil gerado a partir das curvas de nível fornecidas pelas cartas topográficas do IGC mostra uma vertente convexo-retilínea quase sem variação geométrica do topo ao fundo de vale. A carta de 1974 mostra uma área de cultivo, sem especificar qual o tipo de plantio. No entanto, na série histórica dos satélites Landsat, entre 1984 e 2010, não é possível observar variação no uso do solo, como por exemplo, de vegetação rasteira a solo exposto, fato que poderia justificar um ciclo de plantio. Somente em 2010 a área passa a ser ocupado por loteamentos. A hipótese mais provável é que ao longo do tempo em que a área permaneceu sem uso, a ação das águas tenha retirado uma parte do solo em setores mais frágeis, intensificando esse padrão com a urbanização da área.

A partir da média vertente, o perfil se se aproxima mais ao modelo proposto pelos autores citados acima. Dessa maneira é possível observar as unidades 3, 5, 7

e 8. Os processos geomorfológicos envolvidos nessas unidades são, respectivamente, reptação (creeping); transporte de material pelos movimentos coletivos do solo e ação da água superficial e subsuperficial; reposição de material pelos movimentos coletivos e escoamento superficial; deposição aluvial e deslizamento e desmoronamento.

Do ponto de vista da análise de Gouveia & Rodrigues (2017), há, no perfil da vertente analisada, há os elementos convexos e plano-convexos de alta vertente, com tendência a dispersar fluxos hídricos. Sem cobertura vegetal, prevalece a componente paralela na dinâmica do relevo, aumentando o risco de movimentos de massa.

Outra análise que pode ser feita da vertente ora em estudo é quanto à ocupação urbana em si. No perfil topográfico acima (Figura 9) é mostra que o bairro ocupa a vertente do topo do interflúvio ao fundo de vale. Apesar das críticas que possam existir quanto à legislação ambiental vigente, o fato é que há leis que regulamentam onde se deve ou não construir, como os os fundos de vale, pois configuram-se em áreas mais problemáticas, tendo em vista os riscos de inundação.

Essas áreas planas podem ser interpretadas erroneamente como fáceis para construção, mas além de apresentarem terreno inconsolidado, com lençol freático próximo à superfície, são frequentemente invadidas pelas águas em caso de inundação. No Brasil há ao menos duas legislações que impedem a construção em áreas sujeitas a inundações e em APPs. O Código Florestal (BRASIL, 2012), em seu artigo 2º é a principal norma legal federal, aplicável em todo o território nacional, nos espaços rural e urbano, que estabelece parâmetros claros e objetivos para coibir a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis sujeitas a risco de enchentes ou deslizamentos. Aqui destacam-se:

- Margens de rios (Área de Preservação Permanente – APP - proteção mínima de 30 metros em cada margem para rios com até 10 metros de largura, variando até 500 metros em cada margem no caso de grandes rios).
- Entorno de Nascentes (Área de Preservação Permanente – APP – raio de 50 metros, inclusive para nascentes temporárias).



Além disso, o Código Florestal (arts. 3º e 14) determina ainda que o Poder Público (Federal, estadual ou Municipal) deve estabelecer outras restrições nos casos em que peculiaridades locais assim o exigirem. Dentre essas peculiaridades elenca a necessidade de proteção dos locais para atenuar a erosão das terras e assegurar condições de bem-estar público.

Outra lei federal que dispõe sobre essas áreas é a Lei de Parcelamento do Solo Urbano 6766/1979. Ela assegura, em seu artigo 3º, o reconhecimento de áreas inundáveis como aspecto fundamental para o planejamento urbano, para efeito desse estudo, anota-se:

Parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo:

- em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

Cabe ao município, em seu Plano Diretor, estabelecer as áreas críticas a ocupação. No entanto, no Plano Diretor (Lei LEI COMPLEMENTAR Nº 1.730 de 2006 cita APPs somente quando se trata de empreendimentos de Habitação de Interesse Social. No caso de áreas sujeitas a inundação, o Plano Diretor trata apenas de construções já existentes, admitindo a possibilidade de regularização caso "a presença do assentamento não acarrete danos ambientais".

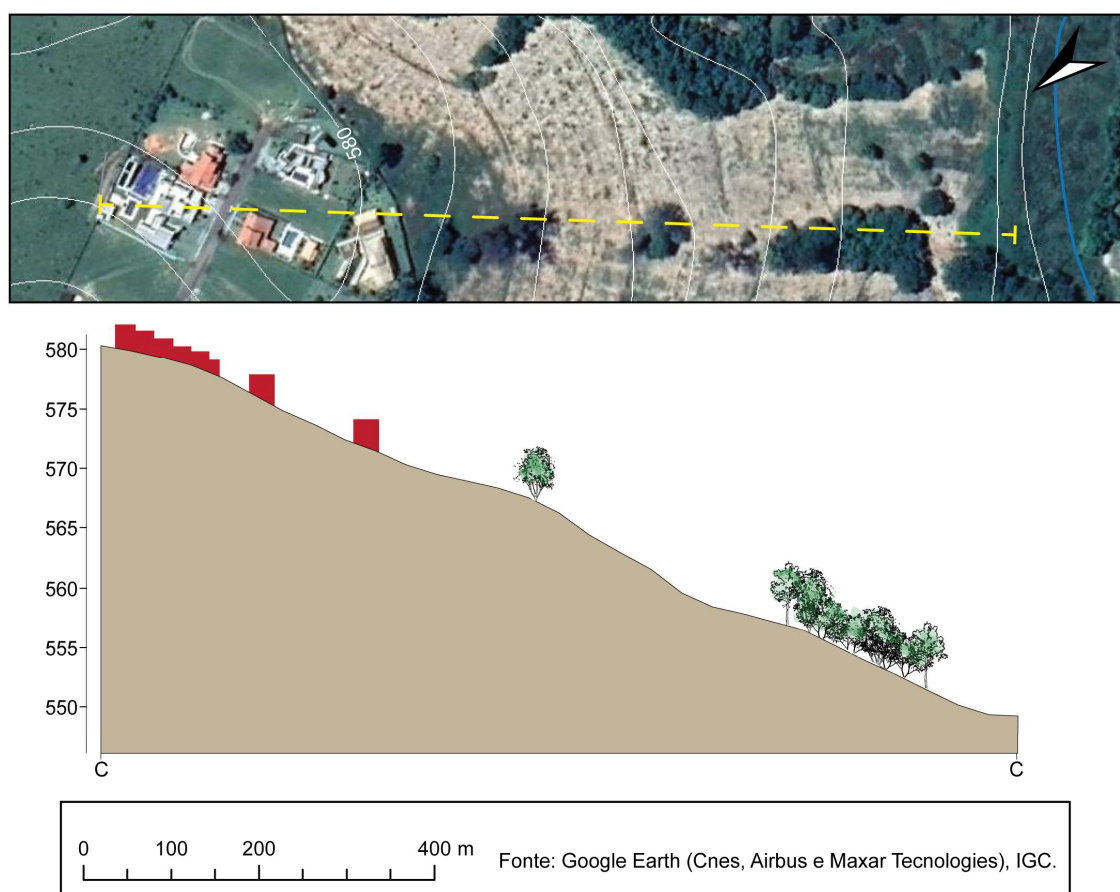
Os fundos de vales constituem áreas de preservação permanente e neles é proibida a edificação. Estas áreas, de modo geral desvalorizadas para o mercado imobiliário por serem áreas de risco de inundação, foram ocupadas por população de baixa renda, em função das dificuldades de acesso ao solo urbano em terrenos melhor localizados e com infra-estrutura urbana e serviços, enfim, por falta de alternativas Ikuta (2003, p.90)

Levando-se em consideração que o bairro representado no perfil topográfico é uma união de vários loteamentos clandestinos que surgiram no início da década de 2010 e formam legalizados posteriormente pelo poder público, sua existência é

altamente questionada. Do ponto de vista geomorfológico a vertente pré-urbanização tinha um perfil convexo-divergente, com tendência a dispersar o fluxo. Mas, o padrão de arruamento alterou o padrão hídrico da encosta, passando a canalizar a água da chuva diretamente para o Ribeirão do Jerivá. Na atual condição, o poder público deveria ser obrigado a reconstituir a mata ripária do Ribeirão do Jerivá, desapropriando as casas que foram construídas no fundo de vale. Além disso obras de infraestrutura de coleta de água pluvial deveriam ser desenvolvidas, com linhas coletoras centrais e bocas de lobo ao longo da estrutura viária.

O último perfil topográfico a ser analisado está localizado em uma área contígua a uma zona de chácaras urbanas e que passa por um processo de terraplanagem, como forma de preparo para criação de um novo loteamento.

Figura 8 - Perfil topográfico C-C da bacia do Ribeirão do Jerivá, Boituva-SP



Fonte: Versolato (2019)

A alta vertente é ocupada por chácaras de recreio, com casas de alto padrão construtivo. Nessas condições, apesar da ausência de vegetação nativa, há alguma

infiltração. Mas essa não é a condição do local, na verdade o formato do topo do interflúvio tende a dispersar o fluxo e pelo seu ângulo há pouca infiltração de água no solo. A feição seguinte, concava-retilínea tende a concentrar o fluxo de água, fazendo com que haja infiltração de água no solo. Quanto a matéria, ela é erodida da parte superior e tende a se acumular no final do terço, onde há um pequeno terracete e alguma vegetação.

Na baixa vertente, o formato retilíneo-convexo acelera e dispersa o fluxo de água e o transporte de materiais e esse movimento tende a intensificar a forma do relevo criando um formato convexo até o curso fluvial. pelo fato de a área ter solo exposto de textura arenosa. Segundo o histórico do Google Earth, em 2016 a área era coberta por vegetação rasteira com alguns arbustos, sendo que já a imagem de 13/08/2016 registra como uso o solo exposto desde então.

O movimento de retirada e deposição de material é intenso, sendo possível observá-lo na imagem de satélite. Na imagem abaixo (Figura 11) constata-se área com sulcos e ravinas que apontam o intenso fluxo superficial difuso. Na baixa vertente, há uma grande concentração de material arenoso, ali acumulado possivelmente em virtude do barramento pela pouca vegetação que resta no próximo ao curso d'água.

Imagem 1 - Marcas de dispersão de fluxo e material depositado na baixa vertente



Fonte: Google Earth (2019)

Pelo modelo de Dalrymple, Blong & Conacher (1968), do topo ao meio da vertente é possível enquadrá-las nas unidades nas unidades 3 e 6, ou seja, "declive convexo com reptação e formação de terracetes" e "reposição de material pelos

movimentos coletivos do solo. ação da água superficial e subsuperficial". Em seguida temos a feição 5 do modelo, ou seja, "transporte de material pelos movimentos coletivos do solo. ação da água superficial e subsuperficial", seguido novamente pelo padrão 6. A pequena região aplainada representa a "margem do curso d'água", compatível com o elemento 8. A vegetação nesse ponto é rasteira, mas suficiente para deter o transporte de material erodido de todo o perfil topográfico sem vegetação, antes de chegar ao curso fluvial e ser transportado à jusante.

Importante anotar que há uma diferença entre a imagem de satélite utilizada no perfil topográfico (Figura 11, de 2019) e a imagem acima, (Imagem 1, de 2016). Nesse espaço temporal de 3 anos, houve um manejo na área, com a implantação de pequenas barreiras verticais ao longo das curvas de nível e a implantação de núcleos de vegetação. Essa técnica retém parte do material erodido, aumenta a infiltração da água precipitada, propiciando condições para que a vegetação nuclear forneça suporte para recuperação da área. De fato, entre uma imagem e outra é possível observar a diminuição dos sulcos e ravinamentos e o aumento de vegetação, mesmo que rasteira.

Pelo zoneamento (Mapa 9), essa área faz parte do "Corredor de Comércio e Indústria", área urbana que margeia as principais rodovias que cortam Boituva. Não se tem notícia da destinação da área para uso urbano. O que se sabe é que a área está dentro do perímetro urbano. Nesse sentido é provável que a recuperação da área tenha sido uma exigência do município. Em 2014 a Prefeitura de Boituva foi condenada juntamente com a Cetesb a recuperar uma área que havia sido degradada por um loteador, inclusive com supressão de vegetação nativa em APP e alteração do curso d'água, em um processo que envolveu uma área em outra bacia.

Até 2015 essa área era coberta por vegetação rasteira, mas já fazia parte da área urbana de Boituva, mesmo se tratando de um terreno que não cumpria sua função social. A condição piorou em 2016 quando foi removida a cobertura inicial, deixando o solo arenoso exposto até 2019, segundo dados de satélites disponíveis no Google Earth. Como se trata de uma área altamente degradada, sem uma destinação, a reconstituição da mata original, promovendo a ligação com outros fragmentos, é altamente recomendada.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que o processo de urbanização consiste em se apropriar de novos espaços, com impacto tanto no meio físico quanto no social. No entanto, a maioria das prefeituras (que deveriam regular a expansão das cidades) desconsidera a dinâmica do relevo, das bacias hidrográficas e os aspectos geomorfológicos da paisagem na confecção dos Planos Diretores e de zoneamento. No entanto, raramente se encontram nos planos urbanos dados geomorfológicos como comprimento da encosta ou detalhes específicos do relevo como informações sobre as planícies de inundação. Falta a visão biomorfoclimática fornecida pela Geomorfologia e necessária para a interpretação do espaço geográfico urbano.

Em um cenário de mudança climática, onde as chuvas serão mais concentradas e intensas em um período mais curto de tempo, considerar aspectos do relevo no processo de urbanização significa aumentar a permeabilidade das cidades, diminuir o escoamento superficial e, conseqüentemente, evitar inundações, processos erosivos e danos ambientais. O desenvolvimento dessa dissertação buscou compreender elementos e aspectos conceituais relacionados à gestão dos recursos hídricos, caracterização do relevo e do processo de urbanização de uma bacia hidrográfica localizada no município de Boituva, SP.

A bacia hidrográfica foi utilizada na pesquisa não somente como um recorte geográfico, mas também como unidade de análise, auxiliando na compreensão de seus elementos morfoestruturais e morfoesculturais, sua litologia, pedologia e clima. A partir das características geomorfológicas das Bacia do Ribeirão do Jerivá e dos trabalhos de campo, foi possível avançar em elementos que envolvem gestão de bacias hidrográficas, impactos ambientais, Geomorfologia Urbana e Urbanização Dispersa.

A análise ambiental mostrou impactos que vão desde áreas de risco de escorregamento a processos erosivos intensos, como a forte dissecação dos cursos fluviais. A ocupação das cabeceiras de drenagem em forma de anfiteatro, a urbanização de fundos de vale e encostas mais declivosas e a pequena quantidade de mata ciliar, quando comparadas com a exigência legal do Código Florestal, mostram um cenário ambiental degradado, com a mecanização da agricultura em sistema de monocultura e a generalizada implantação de pastagens.

A ação antrópica sobre o meio natural desestabiliza processos e ciclos e a falta ou desconhecimento na aplicação de técnicas e de manejo adequado a cada situação específica acaba impactando o sistema como um todo. Pequenas alterações nas encostas podem criar feições diferentes da morfologia original, aumentando o risco para a população, principalmente a mais carente que é levada a ocupar áreas periféricas não compatíveis com a construção de moradias.

O poder executivo, ao falhar na fiscalização do que determina o Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo, permite que terras rurais sejam transformadas em urbanas, aumentando o lucro do loteador. Soma-se a isso a obrigação de que a prefeitura arque com a infraestrutura básica que o loteador deixou de construir. Para isso, o poder público é obrigado a legalizar as áreas. Esse movimento cria um padrão de urbanização dispersa que acaba valorizando áreas ainda não loteadas e que passam a ser consideradas urbanas, pois simplesmente estão entre o centro da cidade e o loteamento mais distante legalizado. O problema não é somente do ponto de vista urbanístico. Boituva permite loteamentos em áreas sujeitas a inundação, como fundos de vale, o que é proibido desde 1969 pela lei 6766. Dessa forma, esse trabalho aponta que o poder público precisa fiscalizar e controlar os vários aspectos relativos às formas de apropriação do relevo, considerando a complexidade dos sistemas naturais no planejamento da cidade.

Essa pesquisa contribuiu para destacar que a Geomorfologia, que é o cerne desta dissertação, oferece uma série de ferramentas metodológicas que permitem determinar a dinâmica atual do relevo a ser ocupado, fornece dados sobre a fragilidade potencial, identifica desequilíbrios nos ciclos de matéria e energia, evitando assim consequências indesejáveis da ocupação antrópica e definindo áreas mais aptas à urbanização.

Além disso, ao eleger e analisar o perfil topográfico de três encostas na área de estudo, fica demonstrado que a escala da encosta é a mais apropriada para o planejamento urbano, pois permite uma escala de detalhes que pode incluir a quadra, possibilitando, desta maneira, a leitura do relevo nas pequenas feições topográficas, permitindo assim traçar um modelo de zoneamento de uma única encosta, baseado nas suas características geomorfológicas.

Esta pesquisa traz informações relevantes do ponto de vista do planejamento ambiental e urbano. O conjunto de técnicas aqui descrita aponta para um caminho

que, se considerado pelos gestores do município, poderá mudar a tendência de degradação ambiental de aumento da crise urbana.

No entanto, a pesquisa terá continuidade, procurando compreender a geometria da vertente em uma escala maior de detalhamento. Atualmente há técnicas de mapeamento por imagens de satélites de alta resolução ou mapeamento a laser de alta definição que podem ajudar na modelagem 3D da vertente, mas elas são caras e inacessíveis para uma pesquisa acadêmica. Com um modelo mais completo, é possível testar técnicas de simulação que identifiquem fragilidades e apontem para cenários futuros.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia*, p. 1–23, 1969.

ALMEIDA, F. F. M. DE. Os fundamentos geológicos. Azevedo, A. Brasil: A Terra e o Homem, v. 1, 1964.

ALVES, I. C. C. et al. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). *Acta Amazonica*, v. 42, n. 1, p. 115–124, mar. 2012.

ARAB, P. B.; PERINOTTO, J. A. DE J.; ASSINE, M. L. Grupo Itararé (P-C da bacia do Paraná) nas regiões de Limeira e Piracicaba-SP: contribuição ao estudo das litofácies. *Geociências*, p. 501–521, 2009.

BARBOSA, C.; CARVALHO, P. F. DE. Zoneamento urbano-ambiental: possibilidades de compatibilização entre análise geomorfológica e padrões de ocupação urbanos para a construção de cidades sustentáveis. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, p. 1–13, 2010.

BARBOSA, C.; CARVALHO, P. F. DE; MATHIAS, D. T. A ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA PARA O DESENHO URBANO SUSTENTÁVEL: O CASO DAS CIDADES PEQUENAS PAULISTAS, SP-BRASIL. *Pluris*, p. 212, 2010.

BOTELHO, R.; CORATO, R. A Microbacia como Unidade Espacial de Análise em Geografia Física. IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2001.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. DA. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 153–192, 2004.

BRAGA, R. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. *Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias*. Rio Claro: LPM-UNESP, v. 15, n. 0, p. 17–33, 2001.

BRAGA, R. CIDADES MÉDIAS E AGLOMERAÇÕES URBANAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: NOVAS ESTRATÉGIAS DE GESTÃO TERRITORIAL. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo, 2005.

BRASIL. Estatuto da Cidade Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2008. Disponível em:  
[www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf](http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf)

BUENO, L. M. DE M. A adaptação da cidade às mudanças climáticas: uma agenda de pesquisa e uma agenda política. In: OJIMA, R. . M. J. E. (Ed.). . Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da



sustentabilidade urbana e social. São Paulo: Blucher, 2013.

CARVALHO, P. F. DE; BRAGA, R. Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias. [s.l.] Laboratório de Planejamento Municipal, 2001.

CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. Coleção Ca ed. Goiania: Editora Contexto, 1991.

CASSETI, V. Elementos de geomorfologia. Goiânia: Editora da UFG, p. 137, 1994.

CASSETI, V. Geomorfologia.[SI]:[2005]. Acesso em, v. 10, 2013.

CASTELLS, M. A questão urbana. [s.l.] Paz e terra, 1983.

CASTRO, F. DE. “É preciso entender o Brasil urbano”. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/-preciso-entender-o-brasil-urbano/10412/>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

CAVALCANTI, R. M. DE S. Indicadores Geomorfológicos , Riscos e o Planejamento Urbano – uma apreciação teórico integradora para a cidade do Recife - PE. [s.l.] UFPE, 2012.

CETESB, D. Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: [s.n.].

CHRISTOFOLETTI, A. A análise de bacias hidrográficas. Geomorfologia, v. 2, p. 102–121, 1980.

CRUZ, D. A. M. DE O. As faces do planejamento urbano. Revista Pegada, v. 12, n. 2, p. 81–94, 2011.

CUNHA, J. E. et al. Escoamento Superficial E Perdas De Solos Por Erosão Hídrica Em Uma Topossequência Sobre O Arenito Caiuá No Noroeste Do Estado Do Paraná. Boletim de Geografia, v. 34, n. 1, p. 141, 2016.

DALRYMPLE, J. B. .; BLONG, R. J. .; CONACHER, A. J. An hypothetical nine unit landsurface model. [s.l: s.n.].

DEÁK, C.; SCHIFFER, S. T. R. O processo de urbanização no Brasil. [s.l.] EdUSP, 1999.

DE ALMEIDA, FERNANDO FM. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. Revista Brasileira de Geociências, v. 16, n. 4, p. 325-349, 2018.

DIAS, W. A.; THOMAZ, E. L. Avaliação dos efeitos do pastoreio sobre a erosão em margens de canal fluvial em sistema de faxinal. Sociedade & Natureza, v. 23, n. 1, p. 23–35, 2011.

DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A. Evolución de políticas hídricas de América Latina y el Caribe. [s.l.] CEPAL, 2002.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, v. 412, 1999.

EMPLASA. Lente Metropolitana Leitura otimizada da Macrometrópole Paulista. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <[https://www.emplasa.sp.gov.br/Cms\\_Data/Contents/Emplasa/Media/publicacoes/documentos/2016/Caderno\\_Lente-Metropolitana\\_v3\\_160117.pdf](https://www.emplasa.sp.gov.br/Cms_Data/Contents/Emplasa/Media/publicacoes/documentos/2016/Caderno_Lente-Metropolitana_v3_160117.pdf)>. Acesso em: 9 dez. 2017.

ENDLICH, Â. M. Perspectivas sobre o urbano e o rural. Cidade e campo: relações e contradições entre urbano e rural. São Paulo: Expressão Popular, p. 11–31, 2006.

FIRMINO, W. G. Análise do Impacto da Ação Antrópica na Microbacia do Córrego Lava-Pés em Ipameri–Goiás. Pires do Rio: Universidade Estadual de Goiás–UEG, 2003.

FRANÇA, L. G.; SOUZA, C. J. D. O. O conhecimento geomorfológico para o Planejamento Municipal: estudo de caso do Município de Juatuba-MG / Geomorphological knowledge for Municipal Planning: case study of Juatuba, MG. Caderno de Geografia, v. 23, p. 15–32, 2013.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. DE B. G.; TEIXEIRA, A. J. Revista de geografia. Revista de geografia, 2007.

GONÇALVES, F. D. S. A EXPANSÃO URBANA SOBRE O RELEVO DO MUNICÍPIO DE SAPUCAIA DO SUL - RS A EXPANSÃO URBANA SOBRE O RELEVO DO MUNICÍPIO DE SAPUCAIA DO SUL - RS. [s.l.] UFRGS, 2013.

GROSTEIN, Marta Dora. MetrÓpole e expansão urbana: a persistência de processos" insustentáveis". São Paulo em perspectiva, v. 15, n. 1, p. 13-19, 2001.

GORSKI, M. C. B. Rios e cidades: ruptura e reconciliação. 2008.

GOUVEIA, I. C. M.-C.; RODRIGUES, C. Mudanças morfológicas e efeitos hidrodinâmicos do processo de urbanização na bacia hidrográfica do rio T amandateí – Região Metropolitana de São Paulo Mudanças morfológicas e efeitos hidrodinâmicos do processo de urbanização na bacia hidrográfica do rio. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 21, n. 1, p. 257–283, 2017.

GUIMARÃES, T. L. B. DETERMINAÇÃO DA COR DO SOLO PELA CARTA DE MUNSELL E POR COLORIMETRIA. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16494/1/2016\\_ThalitaLuziaGuimaraes\\_tcc.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/16494/1/2016_ThalitaLuziaGuimaraes_tcc.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

HACK, J. T. Análise de perfil de fluxo e índice de gradiente de fluxo. Revista de Pesquisa do Us Geological Survey, p. 421–429, 1973.

HINKEL, R. Vegetação ripária: funções e ecologia. Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas ripárias, v. 1, p. 40–48, 2003.

IBGE. IBGE | Censo Agro 2017 | HomeIBGE | Censo Agro 2017 , Dados preliminares, 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 17 nov. 2019

IBGE. Manual técnico de uso da terra. IBGE, 2006.

IPCC. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014 Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade Resumo para Decisores. [s.l.: s.n.].

KIEFFER, J. A. What are we going to do about public transportation? *Journal of Advanced Transportation*, v. 22, n. 2, p. 92–106, mar. 1988.

KOWARICK, L. A espoliação urbana. [s.l.] Editora Paz e Terra, 1980.

LEIGHLY, J. *Annals of the Association of American Geographers: Carl Ortwin Sauer, 1889-1975. Annals of the Association of American Geographers*, v. 66, n. 3, p. 337–348, 1 set. 1976.

LEOPOLD, L. B. *Hydrology for urban planning. US Geological Survey, Washington, DC.* (Available from: <http://eps.berkeley.edu/people/lunaleopold/>), 1968.

LIMA, C. R. DE. Urbanização e intervenções no meio físico na borda da bacia sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica. [s.l.: s.n.].

LIMONAD, E. Espaço-Tempo e urbanização: Algumas considerações sobre a urbanização brasileira. *GEOgraphia*, n. Ano 1-Nº 1, p. 71–91, 1999.

LUDLOW, D. Urban sprawl in Europe: The ignored challenge, 1 jan. 2006.

MARENGO, J. A. ET AL. Aquecimento Global e Mudança Climática na Amazônia: Retroalimentação Clima-Vegetação e Impactos nos Recursos Hídricos. p. 273–292, 2010.

MEDINA, A. I.; DANTAS, M. E.; SAADI, A. Geomorfologia. Projeto APA Sul RMBH-Estudos do Meio Físico. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, v. 6, 2005.

MEGLHIORATTI, T. Estratigrafia de seqüências das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Bacia do Paraná) na porção nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. 2006.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 28, n. 4, p. 473–484, 2017.

MÍYAZAKI, L. C. P. Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: Análise dos Impactos e da Vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente/SP e Marília/SP Março. p. 265, 2014.

MONTEIRO, C. A. DE F. Dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo. 1973.

PEDRO, L. Ambiente e apropriação dos compartimentos geomorfológicos do Conjunto Habitacional Jardim Humberto Salvador e Condomínio Fechado Damha, Presidente Prudente(SP). Aleph, 2008.

PÉREZ-VIEIRA, G. L. Análise e correlação de seqüências de 3ª ordem do subgrupo Itararé (PC), entre a região de Sorocaba-Itapetininga, SP, e a região ao sul do Arco de Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Brasil. 2007. 217 fDissertação (Mestrado)– Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo ..., , 2007.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

ROCHA-CAMPOS, A. C. et al. Late paleozoic glacial deposits of Brazil: Paraná Basin. Resolving the late Paleozoic ice age in time and space: Geological Society of America Special Paper, v. 441, p. 97–114, 2008.

RODRIGUES, C. Morfologia Original E Morfologia Antropogênica Na Definição De Unidades Espaciais De Planejamento Urbano : Exemplo Na MetrÓpole Paulista. Revista do Departamento de Geografia, v. 17, p. 101–111, 2005.

RODRIGUES, C. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidro-geomorfológicos. Desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo. Revista do Departamento de Geografia, v. 20, p. 111–125, 2010.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. DA; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, p. 27–30, 2004.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 1997.

ROSS, J. L. S. A sociedade industrial e o ambiente. Geografia do Brasil, 2005.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia, v. 10, p. 41–58, 1996.

RUGENSKI, A. Investigação geofísica dos complexos alcalinos do sul e sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geofísica, v. 24, n. 4, p. 587, 2006.

SALLUN, A. E. M. Depósitos cenozóicos da região entre Marília e Presidente Prudente (SP) Universidade de São Paulo, , 2003.

SANT'ANNA NETO, J. L. O CLIMA URBANO COMO CONSTRUÇÃO SOCIAL: DA VULNERABILIDADE POLISSÊMICA DAS CIDADES ENFERMAS AO SOFISMA UTÓPICO DAS CIDADES SAUDÁVEIS. Revista Brasileira de Climatologia, v. 8, 30 jun. 2011.

SANTANA, D. P. Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, v. 30, 2003.

SANTORO, P. F. Planejar a expansão urbana. [s.l.] USP, 2012.

SANTORO, P. F.; FERRARA, L. N.; WHATELY, M. Mananciais: diagnóstico e políticas habitacionais. 2008.

SCHUTZER, J. G. Dispersão urbana e apropriação do relevo na macrometrÓpole de São Paulo. n. 1980, p. 328, 2012.

SECCHI, B.; INGALLINA, P. Première leçon d'urbanisme. [s.l.] Parenthèses, 2006.

SIMÕES, M. G. et al. Permian bivalves of the Taciba Formation, Itararé

Group, Paraná Basin, and their biostratigraphic significance. *Boletim do Instituto de Geociências da USP, Série Científica*, v. 12, p. 71–82, 2012.

SINGER, P. I. *A formação da classe operária*. [s.l.] Editora da UNICAMP, 1986.

SOUZA, M. L. *Mudar a Cidade – Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos*. Bertrand, p. 205–207, 2003.

TJMG. Pesquisa por Jurisprudência. Disponível em: <<https://www5.tjmg.jus.br/jurisprudencia/pesquisaNumeroCNJEspelhoAcordao.do?numeroRegistro=1&totalLinhas=1&linhasPorPagina=10&numeroUnico=1.0097.10.002169-6%2F001&pesquisaNumeroCNJ=Pesquisar>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. *Soil Science*, v. 100, n. 4, p. 300, 1965.

TRICART, J. ecodinâmica. In: *Série recursos naturais e meio ambiente*. [s.l.] SUPREN/IBGE, 1977. v. 1.

TUCCI, C. E. M. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n. i, p. 5–12, 1997.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. *Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Análise digital do padrão de coerência da orientação de vertentes em terrenos planos. XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, 2011.