



**Análise da Ocupação das Margens do Rio Jaguari: (verão 2009/2010) como
possível marco de delimitação das áreas de risco e possível re-urbanização –**

Bragança Paulista – São Paulo - Brasil

Guarulhos
2013

Deusmar Fabiano Motta

Análise da Ocupação das Margens do Rio Jaguari: (Verão 2009/2010) como possível marco de delimitação das áreas de risco e possível re-urbanização -Bragança Paulista-SP - Brasil
2013



Deusmar Fabiano Motta

Análise da Ocupação das Margens do Rio Jaguari: (Verão 2009/2010) como possível marco da delimitação das áreas de riscos e possível re-urbanização -Bragança Paulista-SP-(Brasil)

Dissertação apresentada à Universidade de Guarulhos para obtenção do título de Mestre em Análise Geoambiental.
Área de concentração: Análise Geoambiental Aplicada

Orientador: Prof. Doutor Marcio Roberto Magalhães de Andrade

Guarulhos
2013

Motta, Deusmar Fabiano

Análise da Ocupação das Margens do Rio Jaguari: (Verão 2009/2010) como possível marco da delimitação das áreas de riscos e possível re-urbanização -Bragança Paulista-SP

Dissertação apresentada à Universidade de Guarulhos para obtenção do título de Mestre em Análise Geoambiental.

Área de concentração: Análise geoambiental aplicada - 2013

Orientador: Prof. Doutor Marcio Roberto Magalhães de Andrade

Bibliografia: folhas nº 69-71

1. Inundação
2. Bacia do Piracicaba
3. reservatório Jaguari/Jacareí

Universidade de Guarulhos



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada "Análise da ocupação nas margens do Rio Jaguari: (Verão 2009/2010) como marco da delimitação das áreas de riscos e possível re-urbanização -Bragança Paulista-SP", sem sessão pública realizada em 29 de abril, considerou o candidato Deusmar Fabiano Motta aprovado

Comissão Examinadora:

1. Prof. Doutor Marcio Roberto Magalhães de Andrade
Instituição: Orientador - Universidade Guarulhos
2. Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira
Instituição: Universidade Guarulhos
3. Prof. Dr. Paulo Eduardo Oliveira
Instituição: Universidade São Francisco (USF)

Guarulhos, 29 de abril de 2013

Dedico este trabalho a Geraldo Vieira da Motta, meu pai, (in memória), por sempre negociar a ida ao cinema após ler um livro.

Agradecimentos

Meus agradecimentos:

À minha família por me educar de modo a fazer boas escolhas.

À população de Bragança Paulista que acolheu este cidadão do triângulo mineiro e permitiu que me interessasse com seus problemas.

Ao Prof. Paulo Eduardo Oliveira que me incentivou e me auxiliou durante todo o curso.

Ao Prof. Marcio Roberto de Magalhães Andrade pela paciência, por mostrar a grandeza da Cartografia e por me orientar.

Ao Prof. Antonio Manoel dos Santos Oliveira pelas espetaculares aulas sobre Geologia e Engenharia.

À Prof. Ana Olívia Bafuri Franco de Magalhães por mudar minha vida ao me mostrar o tectonismo e me fazer apaixonar pelo planeta Terra.

Ao Lúcio Ricardo P. de Oliveira que também compreendeu a grandeza do trabalho e me apoiou.

Ao Bragança-Jornal Diário, empresa que forneceu a matéria prima para desenvolver esta pesquisa.

Ao amigo Fabiano Aparecido de Lima Costa, compadre e fotógrafo, que me apoiou e juntos documentamos as inundações e navegamos no Rio Jaguari.

Ao Rodrigo Battazza amigo que me socorreu em cada pane e dificuldade com os programas de computador.

Ao meu irmão Edson C. Mota pelo incentivo e ajuda quando solicitei.

Aos funcionários do Laboratório de Análise Geoambiental pela ajuda incondicional.

À Gisele Duenas, especialista administrativo da Pós-graduação, pela paciência e orientações.

À amiga Luvênia do Carmo R. Silva que, nos momentos tumultuados, esteve presente.

Aos funcionários da Câmara Municipal de Bragança Paulista, por disponibilizar mapas e registros históricos.

Aos funcionários da Prefeitura em especial da Secretaria Municipal de Planejamento por acreditar no trabalho e facilitar o acesso aos mapas e documentos.

Ao amigo Marcos Antônio Menezes por me convencer a procurar o programa de Mestrado.

E a todas as outras pessoas da minha vida que de uma maneira ou outra participaram deste projeto.

“A habilidade suprema não consiste ganhar cem batalhas, mas sim em vencer o inimigo sem combater.”

Sun Tzu

RESUMO

Bragança Paulista, estância climática, município localizado na porção leste do Estado de São Paulo, inserida na Província Mantiqueira-Setor Central, 78 km da Capital, é o centro deste estudo por figurar entre as cidades brasileiras atingidas por desastres naturais provenientes dos fenômenos climáticos do verão de 2009/2010 e por apresentar características de ocupação irregular do solo em detrimento do ambiente. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), construiu ali o primeiro e maior reservatório do Sistema Cantareira, 50km², onde estão represadas as águas dos rios Jaguari e Jacareí. O reservatório, construído na década de 1970, passou a controlar a vazão dos rios represados como uma bomba hídrica. No verão de 2009\2010 o aumento sazonal dos índices pluviométricos fez com que o reservatório atingisse 100,37% da capacidade do sistema. Diante do problema, a SABESP abriu as comportas do reservatório aumentando gradativamente a vazão até 110m³/s elevando a drenagem e o transbordamento deste com inundação de suas várzeas. O fato despertou a reflexão sobre a provável ocupação das planícies devido ao longo período de seca destas áreas inundáveis associada à manobra de redução de danos ao reservatório. Este estudo foi proposto, com objetivo de mapear a mancha de inundação ocorrida em 30 de janeiro quando foram liberados 100,83m³/s de água no canal do Rio Jaguari, mapear os núcleos residenciais que sofreram inundação, comparar os resultados com a legislação de planejamento de uso do solo do município de Bragança Paulista, cruzar os dados obtidos com os estudos da SABESP, compreender o acidente e propor medidas preventivas. A cobertura dada pela imprensa local forneceu dados indicativos importantes para montagem do banco de dados com levantamentos topográficos, fotos aéreas e medições em campo. A mancha de inundação mapeada não ultrapassou a Cota 789 normal para os períodos chuvosos, mas sem a gestão do uso da terra, o crescimento urbano sobre as várzeas agrava os riscos.

Palavras-chave: Cantareira, controle hídrico, clima, desastres, ocupação, riscos, reservatório dos rios Jaguari/Jacareí, Brasil

ABSTRACT

Bragança Paulista, a climatic resort and a municipality located in the eastern portion of the state of São Paulo, inserted geomorphologically in the Central Section of the Mantiqueira Province, 78 km from the capital, is the object of this study for it is included in the group of Brazilian cities affected by natural disasters arising from abrupt climate change in the summer of 2009/2010. The location and abundance of watersheds, fully contained in the basin of the Piracicaba, Capivari and Jundiá rivers (PCJ) has turned the region into one of the largest water producers in the world. Accordingly, the Basic Sanitation Company of the State of São Paulo (SABESP), built there to be the first and largest reservoir of Cantareira System, 50km², where the Jaguari and Jacareí rivers were dammed. This system generates up to 22,000 liters per second, which supply the metropolitan area of the city of São Paulo. The reservoir was built in the 1970s and started to control the flow of dammed rivers as a water pump. In the 2009/2010 summer the abrupt increase in rainfall made the reservoir reach 100.37% of the capacity of the system. SABESP opened the floodgates of the reservoir which gradually increased the outflow and therefore caused the flooding of the Rio Jaguari fluvial valley. The long drought, prior to 2009, of the floodplains associated with the maneuvering to reduce to reservoir level favored human action and occupation of this land. This study was proposed, aiming to map the flooding area on January 30 when there were released 100.83 m³ / s of water in the Jaguari river channel, a map of the residential areas that suffered flooding, comparison of the results with the planning legislation land use in the municipality of Bragança Paulista, cross the data obtained from studies of SABESP and to understand the accident and propose preventive measures. The coverage given by the local press provided data indicating the importance of a database with surveying data, aerial photography and field measurements. The map of the flooded shows that it did not exceed the 789 m altitude level, normal for the rainy periods, but without the management of land use, urban growth on floodplains increases the risks.

Keywords: Cantareira, water control, climate, disasters, occupation, risks, reservoir rivers Jaguari / Jacareí, Brazil

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacia Hidrográfica formadora do Reservatório dos rios Jaguari/Jacareí	24
Figura 2 - Indicação da localização da área de estudo.....	24
Figura 3 - Localização da área de estudo em detalhe sobre base cartográfica do IBGE (escala original 1:50.000).....	25
Figura 4 – Modelos A e B demonstram como determinar a ordem ou hierarquia das bacias hidrográficas. Fonte: Modificado de Christofolletti (1980).....	29
Figura 5 – Principais tipos de padrões de drenagem. Fonte: Modificado de Christofolletti (1980).....	30
Figura 6 - Principais tipos de canais fluviais.....	33
Figura 7 – Bloco diagrama de depósitos argilosos que resultam do trabalho do rio meandrante Fonte: Della Fávera (2001).....	34
Figura 8 - Bloco diagrama de corpos arenosos resultantes do trabalho dos rios entrelaçados Fonte: Della Fávera (2001).....	35
Figura 9 - Bloco diagrama das principais feições de um rio anastomosado. Fonte: Riccomini.....	36
Figura 10 - Classificação dos canais de acordo com suas posições frente às camadas de rochas.....	37
Figura 11 - Mapa geológico do setor leste do Estado de São Paulo, que engloba o Município de Bragança Paulista (ARTUR, 2003).....	41
Figura 12 - Mapa geomorfológico de Bragança Paulista adaptado de Bistrichi (2001).....	43
Figura 13 - Articulação das folhas dos levantamentos da Prefeitura Municipal de Bragança Paulista em relação a área de estudo	46

Figura 14 - Articulação das folhas do levantamento topográfico na escala 1:1.000 utilizadas no reconhecimento da cota de inundação.....	49
Figura 15 - Folhas do levantamento topográfico na escala 1:1.000 e a cota de inundação do rio Jaguarí na área estudada.....	49
Figura 16 - Ilustração que exemplifica o trabalho de interpolação sobre a base topográfica 1:10.000.....	50
Figura 17 - Articulação das folhas das cartas-imagem na escala 1:5.000 com a apresentação dos resultados do estudo.....	52
Figura 18 - Diagrama do monitoramento on-line do Sistema Cantareira da SABESP.	55
Figura 19 - Sobreposição do levantamento topográfico da PMBP sobre as ortofotos aéreas. Destaque na cota 789m	56
Figura 20 - Visão geral da mancha de inundação do rio Jaguarí mapeada na área de estudo.....	60
Figura 21 - Mancha de inundação mapeada em escalas diferentes que implicam na precisão dos resultados.....	61
Figura 22 - Sobreposição da mancha de inundação mapeada pela SABESP e mancha de inundação mapeada neste estudo é a hachura branca.....	62
Figura 23 - Detalhe do estudo de cheias da SABESP onde as curvas de cheias cortam uma lagoa de mineração na planície do rio Jaguarí.....	63
Figura 24 - Mapa do Macrozoneamento apresentado no Plano Diretor (Lei Complementar 534/2007)	65
Figura 25 - Sobreposição do Macrozoneamento e da mancha de inundação mapeada.....	66

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Em 4 de janeiro de 2010, Sabesp abre as três comportas do Reservatório. Foto de Fabiano Costa.....	57
Foto 2 - A partir da abertura das três comportas o volume de água aparece na extensão à jusante.....	57
Foto 3 – Em 27 de janeiro de 2010 as águas invadem propriedades.....	58
Foto 4– A ocupação das margens do Rio Jaguari, 27 de janeiro de 2010 Condomínio Campo Verde.....	58
Foto 5 – Plantação de hortaliças, no Bairro do Menin, após 30 de janeiro de 2010.....	59
Foto 6 – Crianças brincam nas lagoas formadas nos quintais. Bairro do Menin 1º de março/2010.....	59
Foto 7 – Estação de Captação da Sabesp, no Bairro do Curitibanos, submersa após 30 de janeiro de 2010.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporção das áreas de risco mapeadas.....	65
--	-----------

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Coordenadas que indicam a área de estudo.....65

Quadro 2 - Definição as Macrozonas identificadas na várzea do Rio Jaguari
na área estudada.....67

SIGLÁRIO

APA – Área Proteção Ambiental

CIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas

EMPLASA – Empresa de Planejamento da Grande São Paulo

FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

GPS – Global Positioning System

IAC – Instituto Agrônômico de Campinas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

MCU - Macrozona de Contenção de Urbanização

MIS - Macrozona de Interesse Social

MPA – Macrozona de Preservação Ambiental ou de Preservação Permanente

MPP - Macrozona de proteção dos topos de morros

MRR – Macrozona Rural

MRU – Macrozona Rural Urbanizável

PCJ – Piracicaba, Capivari e Jundiaí

PMBP – Prefeitura Municipal de Bragança Paulista

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SAD 69 – Salt Americam Datum

SEMADS – Secretaria Municipal de Ação e Desenvolvimento Social

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

USP – Universidade São Paulo

UTM – Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1 Introdução.....	pg.20
Objetivos.....	pg.22
3 Área de estudo.....	pg.22
4 Revisão bibliográfica.....	pg.25
4.1 Processos Históricos.....	pg.25
4.2 Definições Geoambientais.....	pg.27
4.2.1 Bacias Hidrográficas e os Padrões de Drenagem.....	pg.28
4.2.2 Padrões de Drenagem.....	pg.29
4.2.3 Principais Tipos de Rios.....	pg.32
4.2.4 Comportamento em Relação ao Substrato e ao Clima.....	pg.36
4.3 Características da Área de estudo.....	pg.38
4.3.1 Aspectos Geográficos.....	pg.38
4.3.2 Aspectos Geológicos.....	pg.39
4.3.3 Aspectos Geomorfológicos.....	pg.42
4.3.4 Aspectos Hidrográficos.....	pg.43
5 Método e Procedimentos.....	pg.44
5.1 Pesquisa Bibliográfica.....	pg.44
5.2 Aquisição dos Dados Cartográficos.....	pg.45
5.3 Montagem de Banco de Dados Espaciais.....	pg.45
5.4 Coleta de Dados em Campo.....	pg.47
5.5 Métricas Relativas ao Canal do rio Jaguari.....	pg.47
5.6 Obtenção da Cota de Inundação na Base 1:1.000.....	pg.48
5.7 Obtenção da Cota de Inundação Base 1:10.000.....	pg.50
5.8 Mapeamento do Risco à Inundação.....	pg.50
5.9 Elaboração dos Layouts dos Mapas.....	pg.51
6 Resultados.....	pg.52
6.1 Características Geoambientais.....	pg.52
6.2 Características Morfométricas.....	pg.54
6.3 Evidências e Aspectos Hidrológicos da Inundação.....	pg.54
6.4 Mapeamento da Mancha de Inundação.....	pg.56
6.5 Mapeamento do Risco à Inundação.....	pg.63

7 Plano Diretor e Código de Urbanismo Municipal.....	pg.65
8 Considerações finais.....	pg.67
9 Bibliografia.....	pg.70

1.

1 INTRODUÇÃO

Os desastres naturais, segundo Brumes, (2001) estão diretamente vinculados à história do homem e ao seu modo de apropriação e uso dos recursos naturais. Desde a formação dos primeiros agrupamentos humanos até a concepção das cidades modernas, desastres têm gerado duros impactos na sociedade.

A Defesa Civil Nacional entende que desastre, neste contexto, é tratado como “sendo resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre o ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado” Castro, (1998).

O desastre de que trata este estudo ocorreu no verão 2009/2010 e teve como causa a abertura das comportas do Reservatório dos rios Jaguari e Jacareí que atingiu, em 30 de janeiro de 2010, 100,37 % da capacidade de reservação de água. Na ocasião a vazão foi aumentada de 90,22m³/s para 110m³/s. A manobra, segundo levantamento da Secretaria Municipal de Ação e Desenvolvimento Social (Semads), desabrigou 38 famílias, além dos prejuízos a empresas e produção rural.

O reservatório é o maior do Sistema Cantareira, construído pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), na década de 1970, para abastecimento da população metropolitana de São Paulo.

A inundação do verão 2009/2010 incluiu Bragança Paulista nos noticiários sobre cidades atingidas durante o aumento abrupto dos índices pluviométricos, como por exemplo ocorreu no Morro do Baú em Santa Catarina (2009), Morro do Bumba em Niterói, Rio de Janeiro (2010), Alagoas e Pernambuco (2010) e Região Serrana Rio de Janeiro (2011).

Nestas regiões os acidentes tiveram como características uma soma de fatores: precipitação acumulada elevada, saturação do solo, intensidade e distribuição concentrada de chuvas. Em Bragança Paulista, assim como, em Pernambuco e Alagoas os acidentes, propriamente ditos, estão relacionados com reservatórios. Em Bragança Paulista o Reservatório dos rios Jaguari/Jacareí e na divisa dos estados de Alagoas e Pernambuco Represa do Rio Mandaú. Em ambos os casos, a ocupação das várzeas a jusante dos reservatórios resultou em vítimas e prejuízos ao poder público. Bragança Paulista foram contabilizados prejuízos, tanto para famílias quanto na produção rural e industrial. Em Alagoas e Pernambuco cerca de 1 milhão de pessoas carentes foram atingidas, segundo dados da Defesa Civil Nacional. De acordo com uma avaliação do Banco Mundial divulgada em novembro de 2012 durante o

1.

evento “Compreendendo o Risco no Brasil” (Understanding Risk Brazil), entre 2008 e 2011 o Brasil teve perdas de R\$ 15 bilhões com desastres naturais e o setor mais afetado foi a habitação, com gastos de aproximadamente R\$ 7 bilhões.

A implantação da barragem e operação do reservatório dos rios Jaguari/Jacareí teve como consequência ambiental imediata a restrição da vazão natural do rio Jaguari, implicando na mudança do seu regime de vazão que até então estava sujeito às variações sazonais normais a qualquer bacia hidrográfica. Essa restrição de vazão se deve à transferência de volumes significativos que são transpostos para outras bacias de modo a atender ao sistema produtor, e assim, o recurso hídrico desta bacia é subtraído permanentemente, conferindo ao canal do rio um aspecto de “rio morto”, com o nível d’água frequentemente muito baixo e um fluxo fluvial extremamente lento.

Essa realidade é uma constante em todas as bacias hidrográficas submetidas a transposição de suas águas que é uma forma de gerenciamento dos recursos hídricos considerada extremamente polêmica pelos impactos ambientais, conflitos socioeconômicos e geográficos resultantes dessa prática. Pode-se ilustrar esse fato com diversos exemplos espalhados pelo Brasil, sendo o mais recente, a polêmica gerada pelo projeto de transposição das águas do rio São Francisco na Região Nordeste, atualmente em implantação.

A parte desse flagrante conflito pelo direito de uso dos recursos hídricos, tema que as legislações estadual e federal procuram disciplinar envolvendo a gestão participativa das agentes integrados nas diversas bacias hidrográficas, a implantação de reservatórios locados a montante de áreas ocupadas, com destaque para aquelas áreas urbanas adensadas, implica num conflito adicional relativo aos riscos inerentes da operação destes reservatórios que, por acumularem volumes extraordinários de água, tornam-se verdadeiras “bombas hídricas”, no sentido que havendo uma liberação repentina de grandes volumes pode gerar ondas de inundação no vale a jusante das suas comportas. Nesse sentido, recentemente foi promulgada a Política Nacional de Segurança de Barragens Brasil, (BRASIL, 2010) que visa disciplinar desde a implantação à operação destes dispositivos hidráulicos perigosos.

Esse foi o caso do reservatório do Jaguari/Jacareí, que no dia 30 de janeiro de 2010, estando com um volume de armazenamento de 100,37% de sua capacidade, vinha recebendo acréscimos significativos resultantes das chuvas acumuladas dos dias antecedentes e que, numa manobra, supostamente, para evitar o risco de ruína da estrutura da barragem, viu-se obrigado a liberar de forma imediata uma vazão de 110 m³/segundo.

1.

O resultado dessa manobra foi que nos dias subsequentes as áreas marginais do rio Jaguari na região de Bragança Paulista sofreram com uma das maiores inundações relatadas pela imprensa local, envolvendo ocupações residenciais e outras atividades rurais que sofreram perdas e prejuízos ainda não devidamente equacionados.

Esse verdadeiro desastre ocorrido no começo do ano 2010 na região de Bragança Paulista, envolvendo causas naturais e artificiais, motivaram a proposta desse estudo que se justifica pela importância que o tema, a região e o Sistema Cantareira apresentam.

2 Objetivos

Os prejuízos ocasionados ao município de Bragança Paulista pela inundação provocada pela descarga do reservatório Jaguari/Jacareí, permitiu verificar a insuficiência dos estudos preventivos existentes e a deficiência no planejamento e gestão do uso da terra. Diante desta problemática este trabalho teve como objetivos:

1. Mapear a mancha da inundação ocorrida em 30 de janeiro de 2010;
2. Compreender o evento
3. Mapear áreas ocupadas localizadas na área inundável (áreas de risco);
4. Comparar esses resultados com os instrumentos de planejamento do uso da terra do município de Bragança Paulista;
5. Propor medidas preventivas e corretivas.

3 Área de estudo

A área de estudo compreende o trecho que envolve o rio Jaguari, a jusante do Reservatório dos rios Jaguari/Jacareí e suas margens no município de Bragança Paulista desde a divisa com o município de Vargem, na foz do rio Jacareí, até o bairro dos Curitibanos a jusante da ponte da Rod. Pedro Astenori Marigliani, com cerca de 21,7km de extensão. A área foi definida com base na cobertura jornalística efetuada pelo Bragança Jornal Diário que detectou as áreas mais atingidas pelo desastre no município na data noticiada.

A Bacia Hidrográfica do Reservatório dos rios Jaguari e Jacareí está localizada a 75 km a nordeste de São Paulo em meio aos contrafortes da Serra da Mantiqueira com área total de

1.

1.250km², dos quais 260km² situam-se no estado de São Paulo e 990km² NE estado de Minas Gerais e é atravessada pela Rodovia Fernão Dias (BR-381), que São Paulo a Belo Horizonte (SABESP, 1978).

O reservatório que abrange parte dos municípios de Joanópolis, Piracaia, Vargem e Bragança Paulista no Estado de São Paulo, possui uma área aproximada de 50 km² e segundo Whately & Cunha (2006), entrou em operação em maio de 1982. É formado por duas barragens e um canal de interligação de 670m de extensão que conecta os dois corpos centrais receptores dos rios Jaguari e Jacaré, constituindo-os em um só reservatório. É o maior do Sistema Cantareira, contribuindo com a produção de 22 mil litros/s. A área de inundação do reservatório estende-se por parte dos municípios de Vargem, Joanópolis e Piracaia fig. (3.1)

Pelo fato dos dois reservatórios serem interligados e funcionarem como um sistema de reservação único há algumas peculiaridades: a área do reservatório do Jacaré é maior do que a do Jaguari, mas a maior vazão afluyente de água é produzida pelo rio Jaguari; a água chega pelo Jaguari e fica, em sua maior parte, reservada no Jacaré; o vertedor de proteção contra cheias está na barragem do Jaguari, e a tomada de água que interliga o reservatório com o resto do sistema está no reservatório do Jacaré; ambas têm válvulas que possibilitam manutenção controlada da vazão à jusante dos reservatórios. Está ligado ao reservatório Cachoeira, segundo do Sistema Cantareira, localizado na tríplice divisa entre os municípios Bom Jesus dos Perdões, Atibaia e Piracaia através do túnel 7, com 5.885 m de extensão.

1.

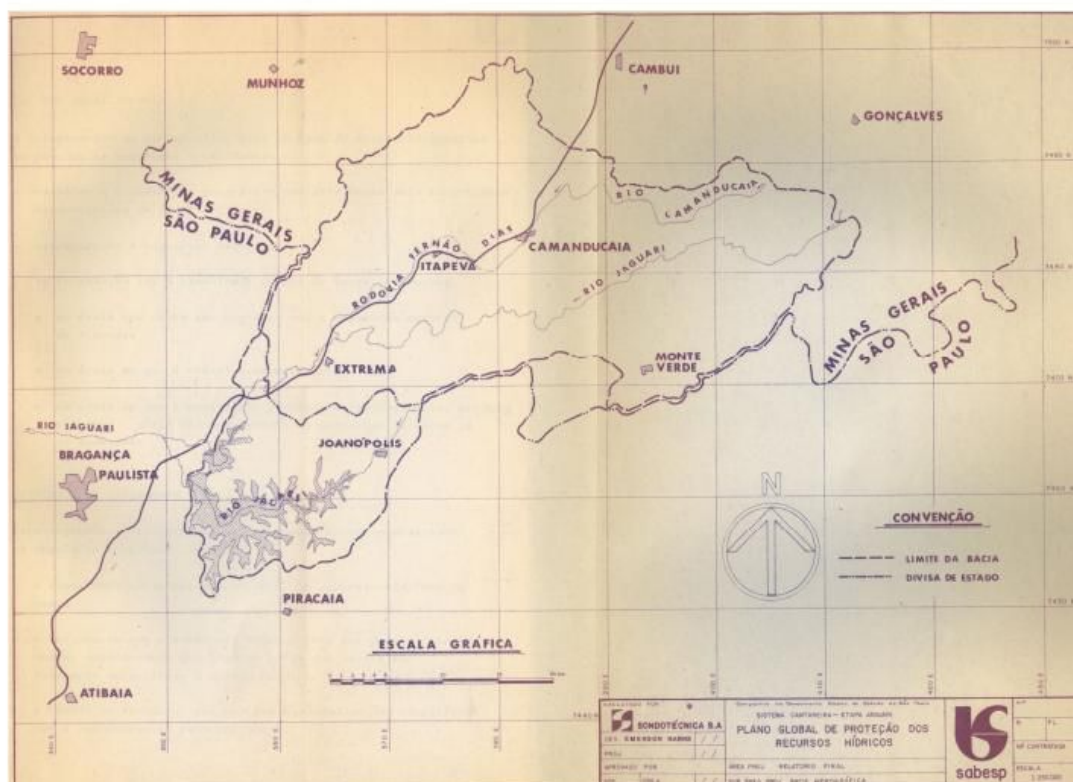


Figura 3.1 Bacia Hidrográfica que abastece o Reservatório dos Rios Jaguarí/Jacaré

A área de estudo pode ser localizada na fig. (3.2) e está delimitada na fig. (3.3). Ela tem a forma de um retângulo com uma área de aproximadamente $2,2 \text{ km}^2$, cujas coordenadas UTM (datum SAD 69, fuso 23) estão apresentadas no Quad.(3.1)

1.

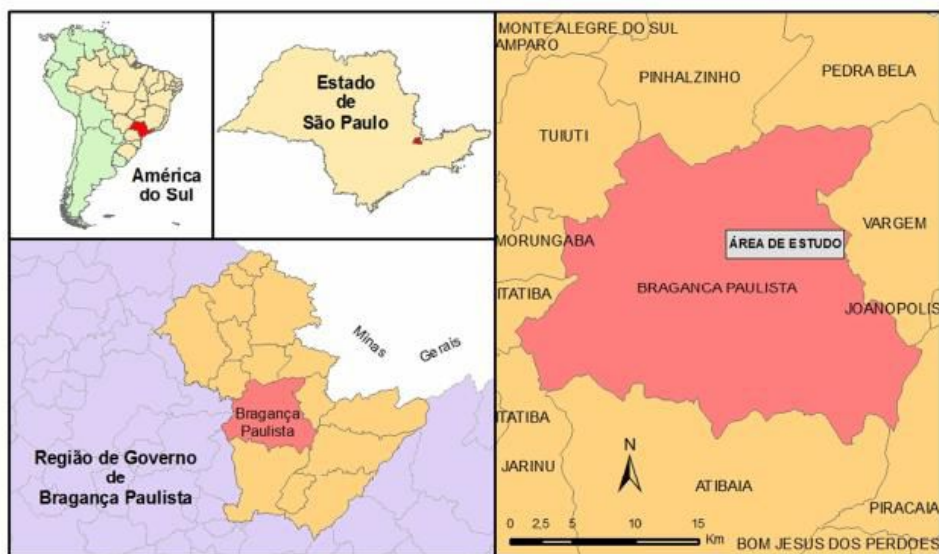


Figura 3.2. Indicação da localização da área de estudo com relação às grandes unidades político-administrativas.

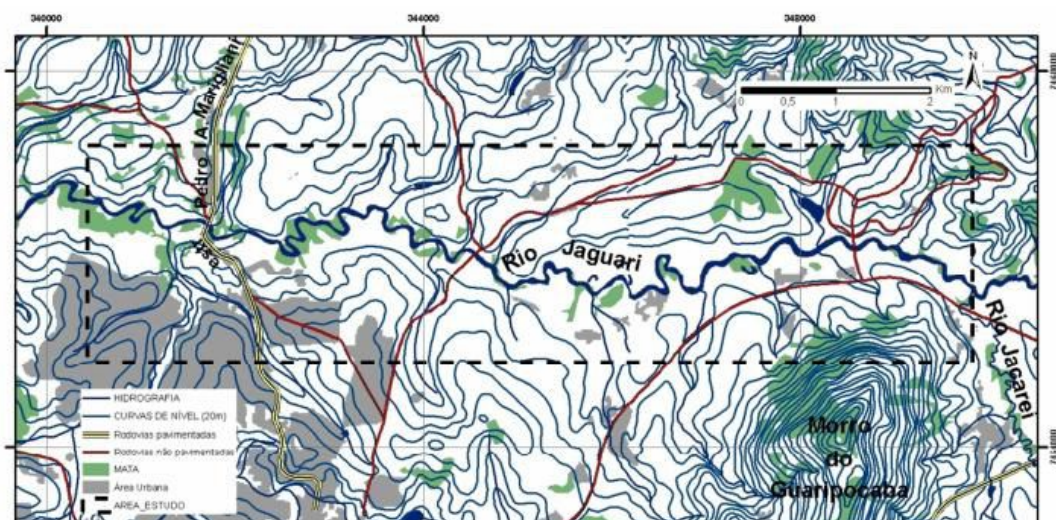


Figura 3.3. Localização da área de estudo em detalhe sobre base cartográfica do IBGE (escala original 1:50.000).

Quadro 3.1 Coordenadas do retângulo

Limite norte	7.467.200 metros
Limite sul	7.464.900 metros
Limite leste	349.821 metros

1.

Limite oeste	340.436 metros
--------------	----------------

4 Revisão Bibliográfica

4.1 Processos históricos

O acidente ocorrido em 2010 a jusante do Reservatório dos rios Jaguari/Jacareí é resultado, também, do fato histórico de que o homem sempre na sua história buscou as margens dos rios para sobreviver. Suguio (2006) afirma que as grandes civilizações mundiais, desde a mais remota antiguidade, nasceram floresceram e feneceram nas vizinhanças de grandes rios. Ele observa ainda que o relacionamento do ser humano com a água é completamente inadequado e, portanto, mais cedo ou mais tarde se traduzirá numa situação de insustentabilidade. Exemplo disso pode ser verificado no Brasil, onde os efluentes domésticos e a ocupação sem planejamentos constituem, talvez, o problema mais grave dessa relação.

Os registros da ocupação das regiões próximas aos rios no Brasil datam do Século XVI. Um documento histórico de Martin Afonso de Souza, 1530, encontrado na Biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade São Paulo (FAU), 'História do povoamento Brasil', corrobora com a afirmativa dessa ocupação às margens dos rios. Segundo consta, foi decisão d' El Rey de dividir a possessão (Brasil) em Capitânicas de terra ou donatarias hereditárias, quando então se formaram os primeiros núcleos de povoamento.

Os problemas de nucleamento urbano eram sumariamente abordados nas 'Cartas de Doação', mas para a fundação de núcleos e povoações, podendo ser elevadas a vilas dentro dos costumes e foros de terra e às quais conceder-se-iam termo, jurisdição, liberdades e insignias havia algumas restrições, como por exemplo, aquelas povoações que não estivessem ao longo da costa, nem dos rios navegáveis, não poderiam ser vilas. A Carta de Doação da Capitania de Pernambuco, a Duarte Coelho, em 5 de setembro de 1534, por exemplo, terminara: "...outrossy me apraz que o dito capitan e governador e de todos seus subcessores posan per si fazer villas todos e quaesquer provoações que nessa dita Terra fizeram e lhe a eles parecer que devem ser as quaes se chamaram de villas as povoações que estiverem ao longo da costa da dita Terra e dos rios que navegare".

Para Andrade (1996), as atitudes e as ações conflitantes típicas do complexo urbano, determinam um conjunto de elementos refletidos nos seus padrões de organização espacial, de capital importância para o planejamento e a elaboração de soluções que objetivam mitigar ou

1.

anular os aspectos negativos da vida das comunidades, entre estes os riscos derivados das inundações características dos períodos de chuvas fortes dos ciclos climáticos.

O uso do solo é entendido por Andrade (2006) como as diversas formas de intervenção do homem no meio, visando a atender as suas necessidades, tais como, agrícolas, urbanas, industriais e etc. Estas intervenções, tanto podem resultar em benefícios como em problemas. O adensamento das áreas de risco no Brasil, de acordo com Queiroz, (2005) decorre do processo de urbanização vivido a partir da década de 1970, quando a população de baixa renda passa a ocupar as áreas de encostas e até de fundo de vale, resultando em situações de risco geológico, social e econômico.

Ainda de acordo com Andrade (1966), as cidades aumentaram em número no Brasil quando o cultivo do Café, no Século XIX, dá novo sentido à função do homem agrícola. Enquanto o engenho de cana-de-açúcar, de certa forma, prendia o homem à terra, levando-o a lutar pela preservação da ordem rural, pela sobrevivência de um regime patriarcal que o oprimia, mas também representava proteção, o café ao contrário punha o homem em movimento na conquista e domesticação de terras novas, e a cidade passou a significar o centro comercial de refino e beneficiamento de seus produtos. O cafeicultor plantava café tanto quanto plantava cidades, por todos os caminhos que percorreu.

O desenvolvimento urbano de Bragança Paulista (1763) tem raízes no plantio do café. A cidade cresceu e se desenvolveu sem planejamento as margens do Rio Jaguari, de onde vem a água para abastecimento, e dos ribeirões Lavapés, Anhumas, e Caetê. O município é um dos 44 inseridos totalmente dentro da Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) integrando assim a Área de Preservação Ambiental (APA) das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Juqueri-Mirim.

Esta unidade foi criada face ao transbordamento dos problemas da Região Metropolitana de São Paulo em direção ao território da Bacia do Piracicaba e com o recorrente aumento da demanda de recursos hídricos e a redução de áreas rurais produtivas foram os fatores primordiais para a criação deste unidade de conservação. A APA das bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba e Juqueri-Mirim compreende parte dos municípios de Jaguariúna, Holambra, Santo Antônio da Posse, Serra Negra, Amparo, Pedreira, Campinas, Morungaba, Tuiuti, Monte Alegre do Sul, Socorro, Pinhalzinho, Pedra Bela, Bragança Paulista e Bom Jesus dos Perdões, Silva, (1997).

4.2 Conceitos geoambientais

1.

Os rios são considerados, nas Geociências, importantes agentes modificadores do relevo ao desempenharem o trabalho de transporte dos materiais intemperizados das áreas altas para as mais baixas e/ou do continente para o mar. Segundo Novo, (2008), os rios drenam 68% dos materiais do continente para os oceanos.

No Código de Águas Brasil, (1934), os cursos d'águas são divididos em: públicos e particulares. Sendo rios públicos os rios navegáveis, e rios particulares, os não navegáveis.

Nos dicionários, não técnicos, o rio é uma corrente contínua de água, mais ou menos caudalosa, que deságua em outro rio, no mar ou no lago. No vocabulário brasileiro, existem termos diferenciados para designar cursos de água menores, como por exemplo, arroio, ribeira, ribeiro, ribeirão, córrego e outros. Para Christofolletti, (1980), o termo rio é reservado para o principal e maior dos elementos componentes de determinada bacia de drenagem. Os tributários, ou seja, os afluentes também são denominados rios pelas Geociências.

Dentro desta Ciência, o termo rio é utilizado como definição de qualquer fluxo de água em canais e, às vezes, é empregado para referir-se a canais destituídos de água. Exemplo, disso, são os canais secos (intermitentes) em parte do ano e com água imediatamente após uma chuva, nas regiões de clima árido e semi-árido.

4.2.1 Bacias hidrográficas e os padrões de drenagem

A bacia hidrográfica é composta por um conjunto de canais de escoamento interrelacionados. Assim a bacia hidrográfica ou de drenagem pode ser definida como área na qual ocorre a captação de água para um rio principal e seus afluentes. O estudo de uma bacia leva à compreensão das questões geomológicas devido ao arranjo dos corpos d' água e ao tipo de substrato que ocorre na área onde está localizada.

Na determinação da ordem dos canais, dentro de uma bacia de drenagem, introduzida por Strahler (1952), citado por Christofolletti (1980) os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência dos dois canais de primeira ordem e apenas recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem e de tributários de ordem inferior, e assim sucessivamente.

1.

Para Christofolletti (1980) esta ordenação preconizada por Strahler (op.cit.) elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e a necessidade de fazer a numeração a cada confluência, fig.(4.2.1.4).

Na publicação do engenheiro hidráulico Horton (1945), o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem desde a sua nascente. Sendo assim, o conceito de ordem ou de hierarquia pode ser aplicado, tanto à rede de canais quanto às bacias hidrográficas.

O ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial gerado no interior da bacia hidrográfica banhada por este curso é chamado de exutório.

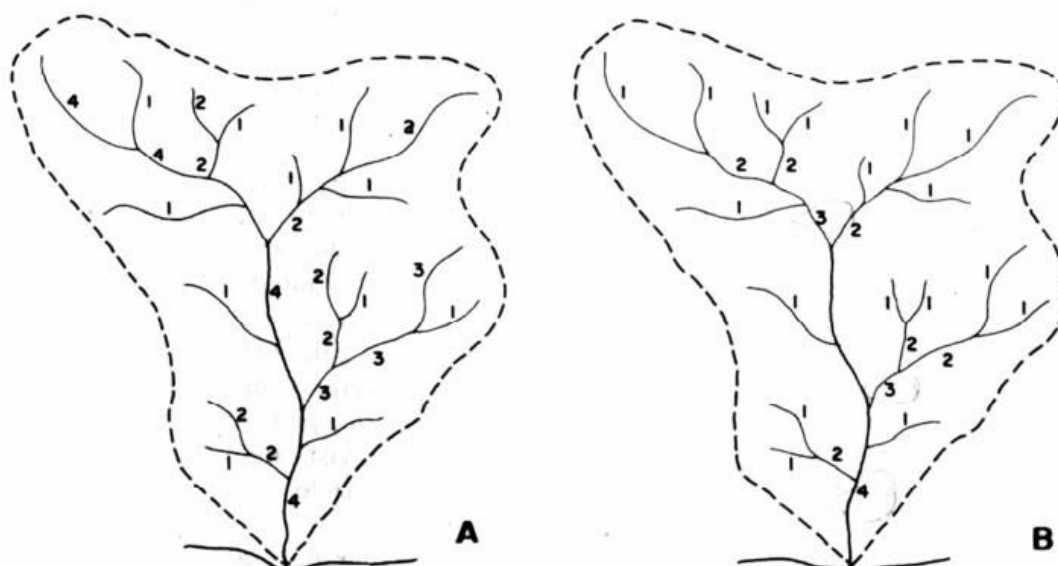


Figura 4.2.1.4 – Os modelos A e B demonstram como determinar a ordem ou hierarquia das bacias hidrográficas, o desenho A para os conceitos de Horton e B de Strahler. Fonte: Modificado de Christofolletti

4.2.2 Padrões de drenagens

As drenagens apresentam padrões bastante característicos em função do tipo de rocha e das estruturas geológicas presentes em seu substrato. Esses arranjos, ao serem observados, permitem a classificação destas com base na geometria. Sendo assim, tem-se, de início, os principais padrões, consubstanciados nos tipos: dendrítico, retangular, anelar, paralelo, radial e treliça, conforme pode ser visualizado na fig. (4.2.2.5)

1.

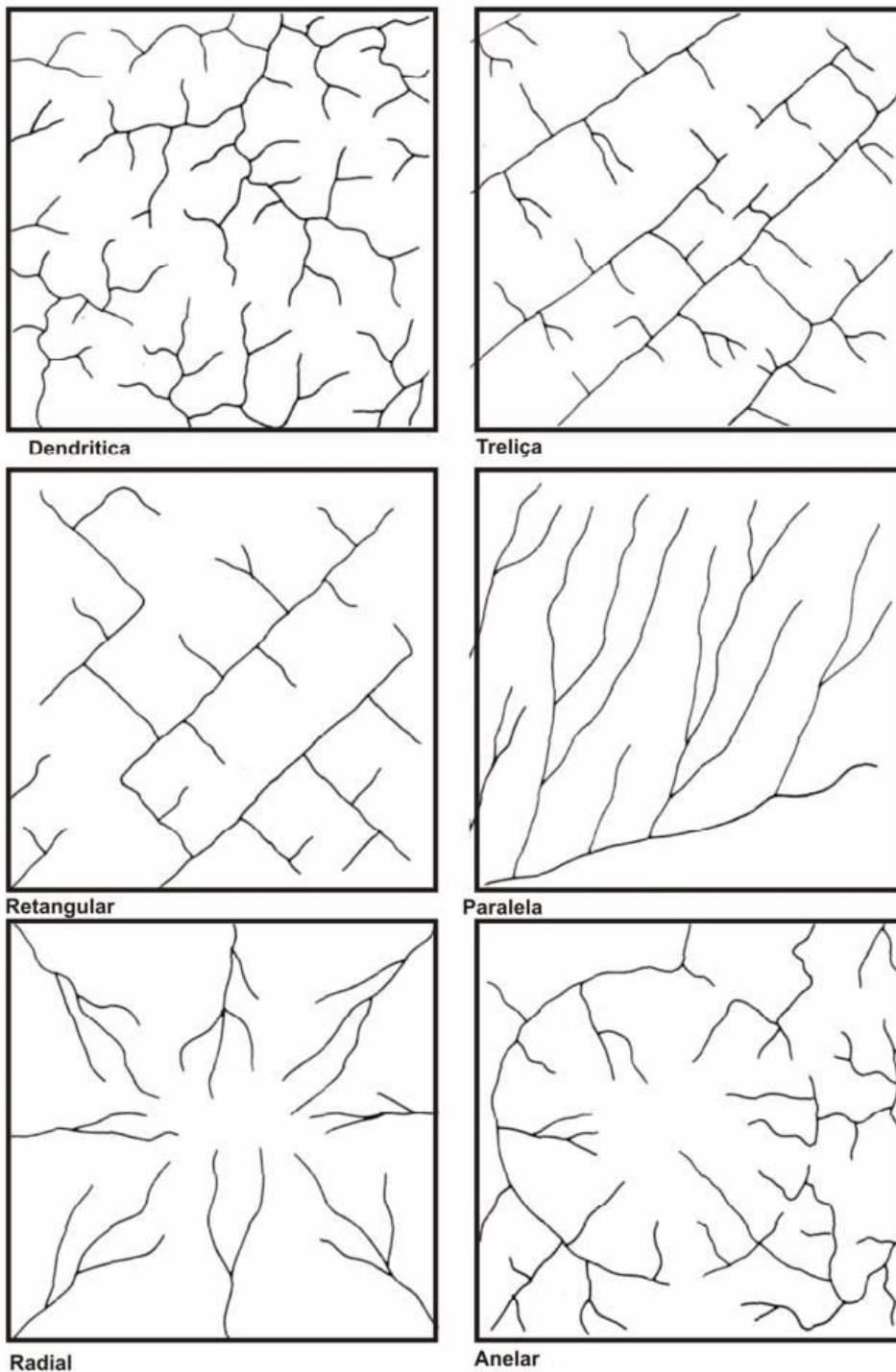


Figura 4.2.2.5 – Principais tipos de padrões de drenagem. Fonte: Modificado de Christofolletti (1980)

4.2.3 Padrão dendrítico

1.

O padrão dendrítico é o mais comum. Este, especialmente, é o padrão de drenagem da Bacia Hidrográfica dos rios Jaguarí e Jacaréi que represados formam o primeiro e maior lado do Sistema Cantareira que abastece aproximadamente 8,1 milhão de habitantes das zona norte, central, parte leste e oeste da Capital e os municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Osasco, Carapicuíba e São Caetano do Sul, além de parte de Guarulhos, Barueri, Taboão da Serra e Santo André.

Segundo Riccomini, et al. (2009), neste padrão o arranjo da drenagem assemelha-se à distribuição dos galhos de uma árvore e ocorre quando a rocha do substrato é homogênea, em regiões formadas apenas por granito ou ainda no caso de rochas sedimentares, com estratos horizontais.

Utilizando-se dessa imagem, a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos das folhas Christofolletti, (1980).

4.2.4 Padrão paralelo

Este padrão se desenvolve em regiões com declividade acentuada, onde as estruturas do substrato orientam-se segundo a inclinação do terreno Riccomini et al., (2009). Na definição de Christofolletti, (1980), a drenagem paralela ocorre em áreas de falhas paralelas ou regiões com lineamentos topográficos paralelos. Por causa da disposição também são denominadas de cauda equina ou rabo de cavalo.

É comum serem encontradas em regiões como drumlins e morenas. Estas duas regiões são feições topográficas derivadas da acumulação de material depositado diretamente pelas geleiras Suguio,(2003).

4.2.5 Padrão radial

O padrão radial, sugere os raios de uma roda, é desenvolvido nos casos em que a drenagem se distribui em todas as direções com origem em um ponto central, como de um cone vulcânico ou uma feição dômica, resultante de atividade intrusiva (plutonismo ou fenômenos magmáticos), que provocou o arqueamento da paleomorfologia. O padrão radial de drenagem pode se desenvolver sobre os mais variados tipos de embasamentos rochosos e estruturas geológicas.

1.

4.2.6 Padrão em treliça

O Padrão em treliça ocorre quando a drenagem exibe em planta um arranjo retangular, mas os tributários são paralelos entre si, típicos de regiões com substrato rochoso onde se alternam rochas mais ou menos resistentes em faixas paralelas com planos de fraqueza ortogonais, como no caso de regiões dobradas de relevo do tipo Apalachiano, padrão verificado ao longo da faixa do Rio Paraguai, no Mato Grosso. Christofolletti (1980) complementa que a drenagem com aspecto de treliça, geralmente realiza-se em ângulos retos e podem ocorrer ainda em áreas de glaciação. Em todas as variações ou no lineamento geral dos cursos de água, predomina a direção reta e o controle estrutural é muito acentuado devido à desigual resistência das camadas de áreas inclinadas e que compõem o substrato rochoso.

4.2.7 Padrão retangular

O padrão retangular é uma modificação da drenagem em treliça, caracterizando-se pelo aspecto ortogonal devido às bruscas alterações retangulares no curso das correntes fluviais. Essa configuração é consequência da influência exercida por falhas ou pelo de diáclases, fissuras provocadas por fenômenos de torção, tensão ou compressão experimentados pelas rochas quando dos movimentos da crosta terrestre.

4.2.8 Padrão anelar

O padrão anelar assemelha-se a anéis. Lobeck, (1939 apud Cristofolletti, 1980) comparou-a ao crescimento anual dos dendros de uma árvore. As drenagens anelares também são típicas de áreas dômicas profundamente entalhadas em estruturas com camadas duras e frágeis.

4.2.9 Principais tipos de rios

Os rios também podem ser classificados de diferentes formas dependendo o relevo que percorrem, do tipo de substrato ou de rochas que se arranjam em seu canal, clima ou outros agentes próprios da bacia de drenagem. Representativa parcela dos estudos sobre rios os classifica em quatro padrões básicos de canais: meandrantes, entrelaçados, anastomosados e

1.

retilíneos. Estas características foram estabelecidas com base em pesquisas realizadas no Hemisfério Norte Suguio,(2003).

Os quatro tipos de canais exibidos na fig.(4.2.9.6) Riccomini et.al, (2009), podem ser caracterizados em função de parâmetros morfométricos dos canais, como por exemplo, sinuosidade, grau de entrelaçamento e relação entre largura e profundidade. A sinuosidade é definida como a relação entre o comprimento do talvegue (linha que une os pontos mais baixos do canal fluvial) e o comprimento de seu vale. O grau de entrelaçamento mede o número de barras ou ilhas no canal.

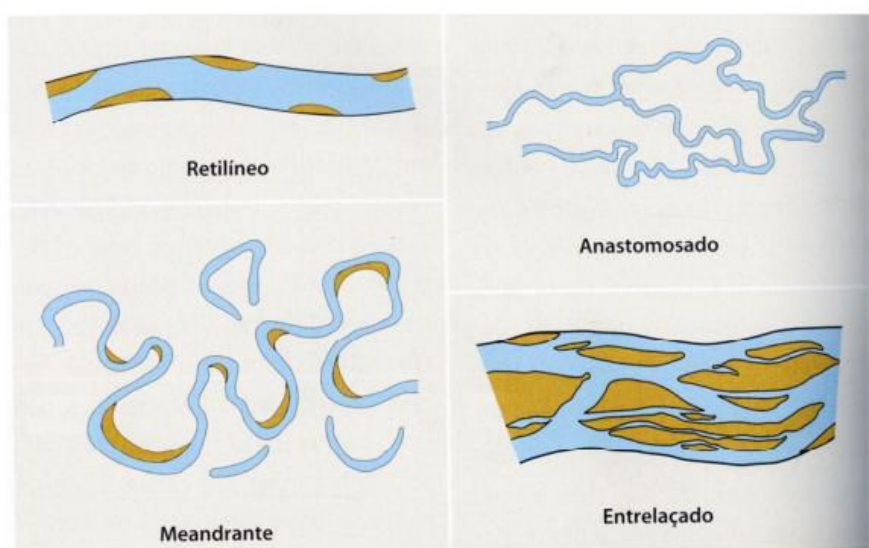


Figura 4.2.9.6 – Principais tipos de canais fluviais – Fonte: Teixeira, et al, (2009)

4.2.10 Canais meandranes

Os canais meandranes apresentam este padrão em regiões onde a vegetação é abundante e as raízes das plantas oferecem resistência à erosão, causando a estabilização das margens dos canais.

Suguio (2003), explica que a sinuosidade do canal meandrante aumenta, em geral, de montante para jusante, em consonância com a diminuição da declividade e aumento da frequência de sedimentos na carga transportada. A maioria dos pesquisadores acredita que a curvatura dos meandros seja fator importante nos processos de erosão e sedimentação dos rios

1.

de canais meandrantés. Em canais com estas características, a deposição de sedimentos é lateral nos locais onde a curvatura é mais acentuada fig (4.2.10.7).

Nos canais com alta sinuosidade ocorre os que os autores denominam de migração lateral. A migração lateral dos canais ocorre pela erosão progressiva das margens côncavas e pela deposição nos leitos convexos dos meandros.

Esse padrão de canal fluvial é característico de rios de baixo gradiente, com ampla planície de inundação, por onde o rio divaga em trajetória mais ou menos sinuosa Suguio, (1998). Tal característica possibilita o abandono frações do canal que se tornam lagos ou, em ocasiões de altos índices pluviométricos a retomada destes.

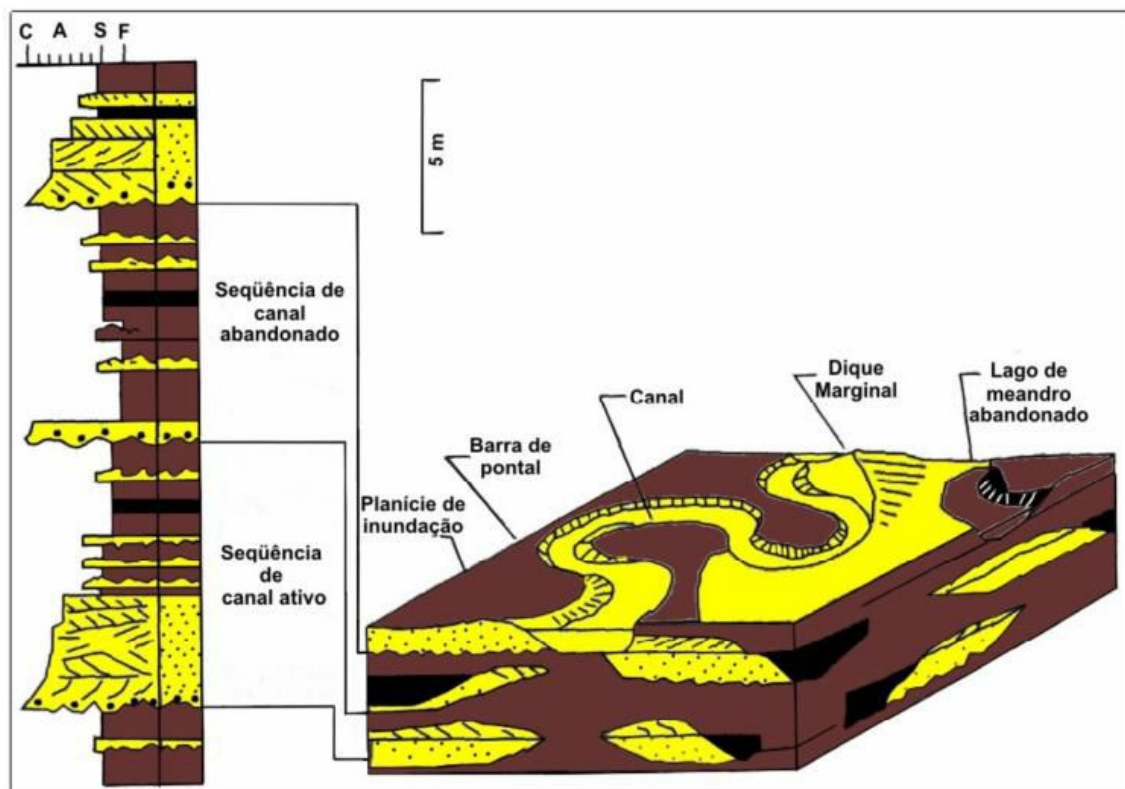


Figura 4.2.10.7 – Bloco diagrama de depósitos argilosos que resultam do trabalho do rio meandrante Fonte: Della Fávera (2001)

4.2.11 Canais entrelaçados

Os rios cujos canais são entrelaçados ocorrem em cenários opostos aos dos rios meandrantés ou dos anastomosados. As regiões onde são encontrados há baixa cobertura vegetal, fator que favorece a erosão e, portanto, o surgimento de grande número de ilhas. Sendo assim, estes são comuns em regiões áridas, como em desertos, embora a umidade favoreça a

1.

ocorrência de vegetação nas ilhas. As águas destes rios fluem em baixa velocidade devido aos canais menores e curvilíneos e transportam abundante carga de fundo de granulação grossa e erodem as margens com certa facilidade. A Figura 4 exibe o padrão de empilhamento vertical das faces que caracterizam esse tipo de drenagem, bem como sua configuração tridimensional

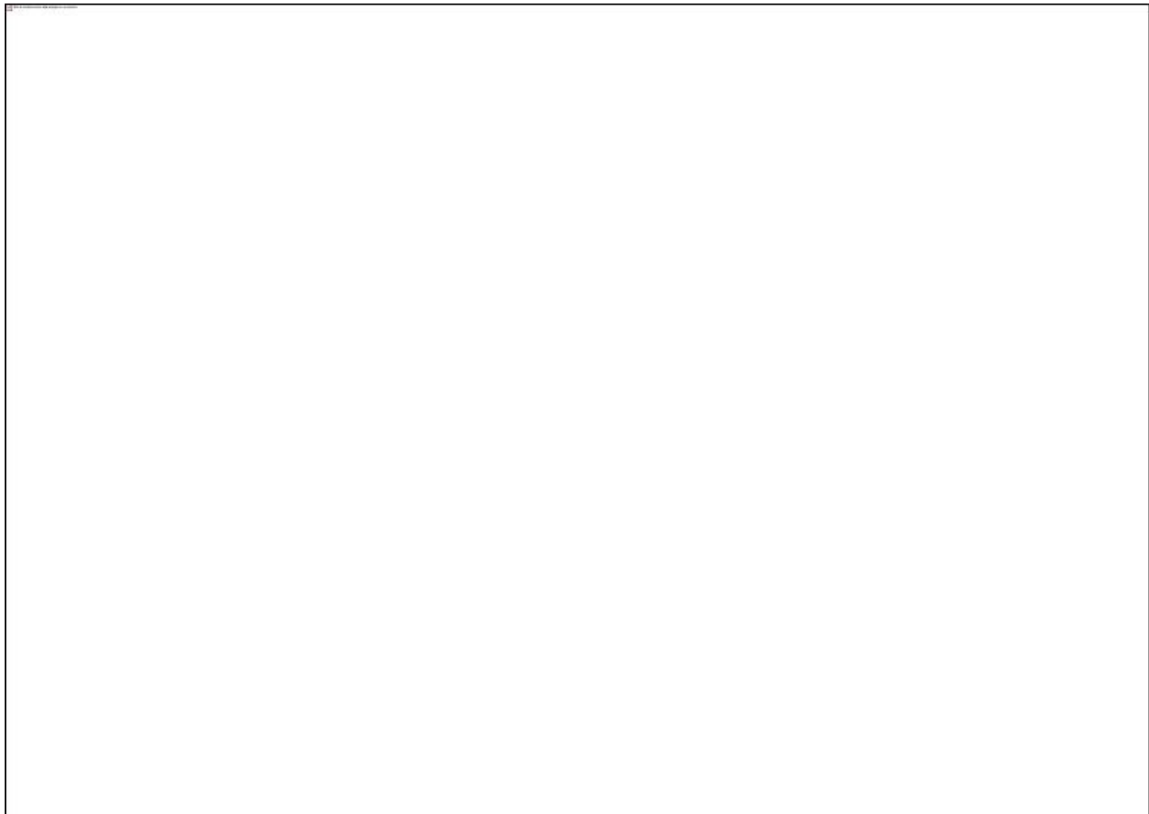


Figura 4.2.11.8 Bloco diagrama de corpos arenosos resultantes do trabalho dos rios entrelaçados
Fonte: Della Fávera (2001)

4.2.12 Canal anastomosado

Os canais anastomosados são caracterizados por vários canais curvilíneos menores, fluindo a baixa velocidade, ao redor de ilhas aluviais permanentes e cobertas por vegetação de maneira que estes dependem fortemente, da ação da vegetação na fixação das margens Suguio,(1998).

Os depósitos relacionados aos canais anastomosados compreendem cascalhos e areias grossas, constituem um complexo de canais interconectados, desenvolvidos, sobretudo em

1.

regiões úmidas e alagadas, formando ilhas alongadas cobertas de vegetação Riccomini et al., (2009).

No estado do Amazonas, os rios Negro, na região do Arquipélago de Anavilhanas, e Juruá, a sudeste de Carauari são exemplos, respectivamente, de rios anastomosados (Riccomini et al., (2009) . A fig. (4.2.12.9) ilustra definição de ocorrência dos canais anastomosados.

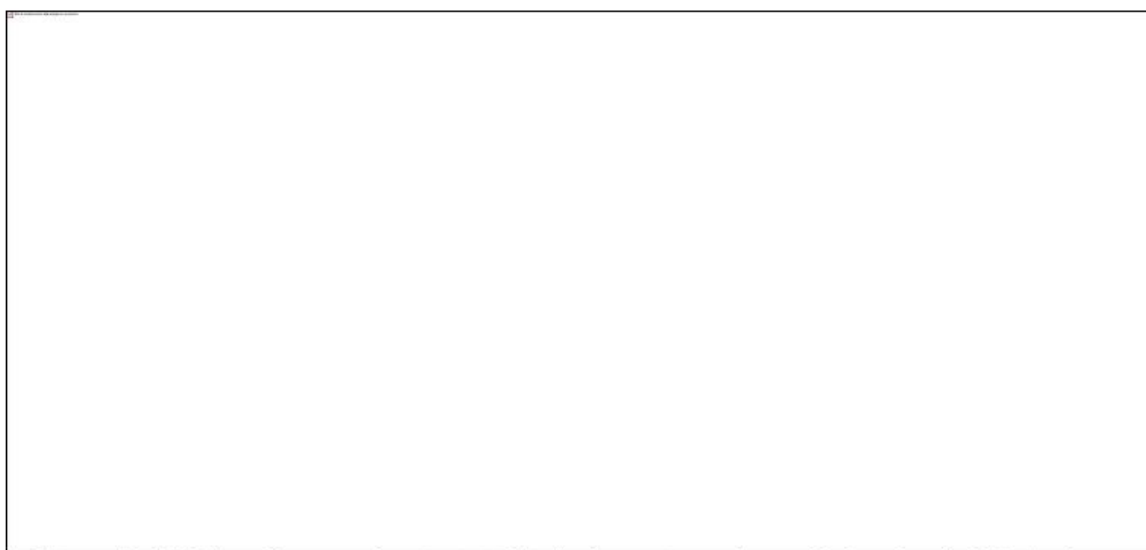


Figura 4.2.12.9 Bloco diagrama das principais feições de um rio anastomosado. 1- acúmulo de turfa; 2- pântano; 3- lagoa de inundação; 4- dique marginal; 5- depósito de rompimento de dique marginal; 6- canal fluvial; 7- cascalho; 8- areia; 9- turfa; 10- silte arenoso; 11- lama. Fonte: Riccomini (2009)

4.2.13 Canais retilíneos

De acordo com Suguio (2003), os canais de drenagem retilíneos são muito raros, pois em geral, exibem uma sinuosidade desprezível devido ao desenvolvimento de barras laterais. Os trechos mais retilíneos são muito limitados. Os talvegues são sinuosos em planta e determinam também locais com maiores velocidades de água no canal. O perfil longitudinal é irregular e as seções transversais exibem um canal profundo e grosseiramente simétrico. Esse padrão é mais comum em rios com baixo volume de carga em suspensão e baixo declive como, por exemplo, em canais distributários de deltas construtivos do tipo alongado.

Riccomini et al. (2009) acrescentam que os rios retilíneos estão praticamente restritos a pequenos segmentos de drenagens e distributários deltaicos. Experimentos em laboratórios indicaram que a mudança de padrão do canal pode ocorrer de forma abrupta, com limites

1.

nitidamente demarcados e controlados por fatores como a sinuosidade e a declividade, ou ainda pela carga de sedimentos transportada pelos rios.

4.3. Comportamento em relação ao substrato e ao clima

O relevo, o clima e o arranjo das rochas nas bacias de drenagem também têm papel fundamental na classificação dos canais dos rios e em seus cursos. Veja, por exemplo, que rios que fluem segundo a declividade do terreno são chamados rios Consequentes; os que têm curso controlado por discontinuidades do substrato, onde ocorrem falhas geológicas e na presença de rochas menos resistentes são classificados como Rios Subsequentes; aqueles que apresentam fluxo contrário à inclinação das camadas e normalmente são de pequena extensão, descem escarpas e desembocam em rios subsequentes são considerados obsequentes. Os rios Obsequentes não apresentam controle geológico reconhecível e, normalmente, estão relacionados à presença de rochas homogêneas ou de camadas sedimentares horizontais, fig. (4.3.10).

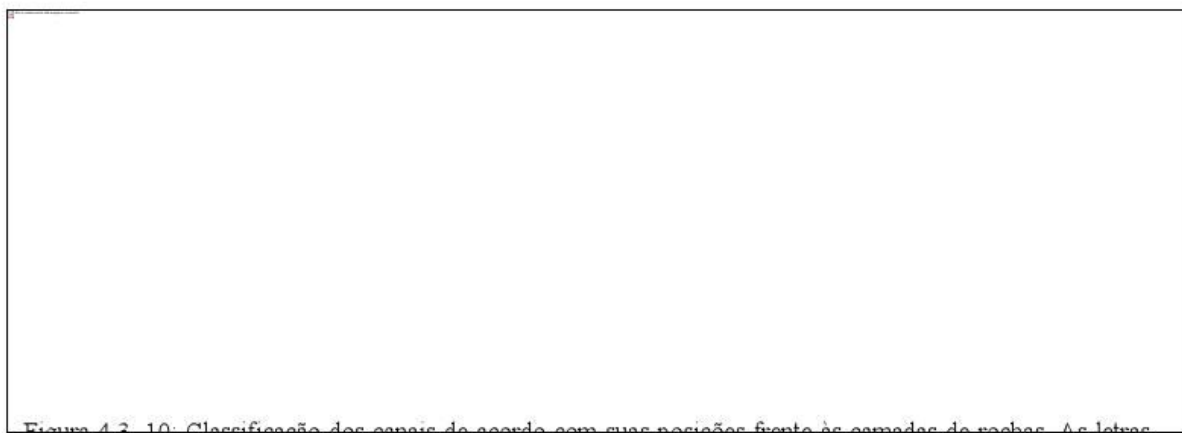


Figura 4.3-10: Classificação dos canais de acordo com suas posições frente às camadas de rochas. As letras indicam cada um destes comportamentos: C - rios consequentes, S - rios subsequentes, e O - rios obsequentes

O clima também interfere no comportamento dos rios a ponto de torná-los efêmeros, ou temporários, perenes, ou permanentes. Os rios efêmeros correspondem a rios ou trechos de rios, cujas águas, fluem em função das chuvas, ou seja, somente em um período do ano.

A morfologia dos canais fluviais é controlada por uma série de fatores próprios da bacia de drenagem, fatores autocíclicos e fatores alocíclicos.

1.

Entre os fatores alocíclicos, estão a velocidade do fluxo da água, o volume desta, a carga de sedimentos transportada, a largura, a profundidade e a declividade do canal, a rugosidade do leito e a cobertura vegetal nas margens e as ilhas também estão inclusas.

Os fatores autocíclicos são condicionados pelos alocíclicos, como por exemplo, as variáveis climáticas (pluviosidade e temperatura) e geológicas (tectônica ativa, nível do mar). Estes fatores interferem nas variáveis morfométricas dos padrões dos rios: retílineos, meandrantos, entrelaçados e anastomosados.

Em linhas gerais os rios são canais de escoamento concentrado de água que permitem a sua transferência, por gravidade, das regiões mais altas para as mais baixas. Sendo assim a água que escorre pelos canais de drenagem são submetidas a dois tipos de forças: gravitacional e de fricção. A gravitacional impele a água de montante a jusante e a força de fricção age para colocar resistência a esse movimento. Neste caso os rios são poderosos agentes geomorfológicos capazes de erodir, transportar e depositar sedimentos.

De acordo com Bigarella e Suguio (1979) a dinâmica fluvial é resultado de um conjunto de fatores, como por exemplo, volume de precipitação, capacidade de infiltração, evapotranspiração, influência geológica e a forma da bacia. Todos estes fatores reunidos informam a característica da bacia hidrográfica do rio.

A forma da bacia é importante porque influi no tempo de distribuição da água de escoamento. Normalmente, o escoamento direto diminui em regiões de relevo mais suave, favorecendo mais a infiltração, como no caso do Rio Jaguari cuja velocidade de escoamento, na área em estudo, é de 5km/h Whately e Cunha, (2007).

O clima regional influencia e é responsável pelo recobrimento vegetal de uma determinada área. A vegetação por sua vez afeta diretamente a infiltração e o escoamento.

A ação de todos estes condicionantes descritos conduz à definição do padrão de drenagem. O padrão de drenagem é arranjo, em planta, dos rios dentro da bacia de drenagem Allen, (1965).

4.4 Características da área de estudo

4.4.1 Aspectos geográficos

1.

A área de estudo localiza-se na porção leste do Estado de São Paulo, Brasil, no Município e Estância Climática de Bragança Paulista, que envolve as áreas marginais do canal do Rio Jaguari, pertencente à unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRH-5) das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e integra a APA das Bacias Piracicaba e Juqueri-Mirim. A largura do canal do Rio Jaguari é variável e favorece a maior problemática de inundações.

As comportas do Reservatório Jaguari/Jacareí, administrado pela SABESP, encontram-se nas coordenadas 22°54'59.05''S e 46°25'43.5''W e estão a uma distância em linear de cerca de 4.5Km a montante da área de estudo.

As altitudes ao longo do rio Jaguari variam de 813m nas proximidades das comportas do Reservatório Jaguari-Jacareí, até 797m, na porção jusante da área de estudo, embora nesta região do Estado de São Paulo ocorram montanhas com até 1.750m de elevação acima do nível do mar.

As feições meândricas do rio, assim como a pequena variação altitudinal explica as características de lentidão das correntes do Rio Jaguari, que segundo a SABESP (com. pessoal) a velocidade média da corrente nesse trecho, é de apenas 5 km/h.

Segundo o IBGE área total do município de Bragança Paulista é de 513,59km² e limita-se ao Norte com Pinhalzinho e Pedra Bela; ao sul com Atibaia; a Leste com Piracaia e Vargem; e Oeste com Tuiuti, Morungaba, Itatiba e Jarinu.

O município de Bragança Paulista tem localização privilegiada em relação aos mais fortes mercados produtores e consumidores do Estado de São Paulo, devido à proximidade com as rodovias Fernão Dias (BR-381), que serve de conexão entre São Paulo e Belo Horizonte, considerada importante eixo de ligação entre o Norte/Nordeste e a Região Sudeste do Brasil; Dom Pedro I (SP-065), que a conecta à Rodovia Anhanguera (SP-330), no município de Campinas; e à Rodovia Presidente Dutra (BR-116), nas imediações do município de Jacareí.

A localização é privilegiada e atrativa pela qualidade do clima. Bragança Paulista tem o Aeroporto Municipal Arthur Siqueira, para aviões de pequeno e médio porte, assim como está próxima, aproximadamente 100km, dos três principais aeroportos do Estado: Aeroporto Internacional Governador André Franco Montoro, em Guarulhos; Aeroporto Internacional de Congonhas, em São Paulo; e Aeroporto Internacional de Viracopos, em Campinas.

4.4.2 Aspectos geológicos

1.

Do ponto de vista geológico a região adjacente às comportas do Reservatório Jaguari/Jacareí até o encontro do Rio Jaguari com a Rodovia SP 008, km 96,5, que inclui a área estudada, está inserida no contexto geológico da Província Mantiqueira-Setor Central (HASUI; OLIVEIRA, 2001), que se estende ao longo da costa atlântica do Brasil, desde o paralelo 20°S, em Vitória, no Espírito Santo, até o paralelo 26° 30'S, em Santa Catarina. Setor constituído por várias unidades litológicas e litoestratigráficas, cujas idades vão desde o Arqueano (3.8-2.5 Ga) até o presente, com predomínio de rochas pré-cambrianas.

Com base no mapa geológico de Artur, (2003) percebe-se a inserção da área estudada na Unidade Complexo Granitóide Socorro de idade neoproterozóica (ca. 700 a 600 milhões de anos). Segundo este autor, o embasamento cristalino é formado por rochas metamórficas do Grupo Itapira, de idade paleoproterozóica (2,5 a 2,0 bilhões de anos). Na região estudada nota-se o predomínio de rochas granitóides que constituem corpos intrusivos dos mais variados tamanhos. Entre eles estão stocks e batólitos. Dentre estes últimos está a conhecida Pedra do Leitesol, nas proximidades da área urbana de Bragança Paulista.

Por outro lado, Artur, (2003) propõe um embasamento de rochas metamórficas do Complexo Piracaia, de idade paleo a mesoproterozóica para a área do Município de Bragança Paulista fig.(4.4.2.11). Em termos de Geologia Estrutural mesmo autor relata a presença de Zona de Cisalhamento Senador Amaral e de várias falhas de direções NE-NW.

1.

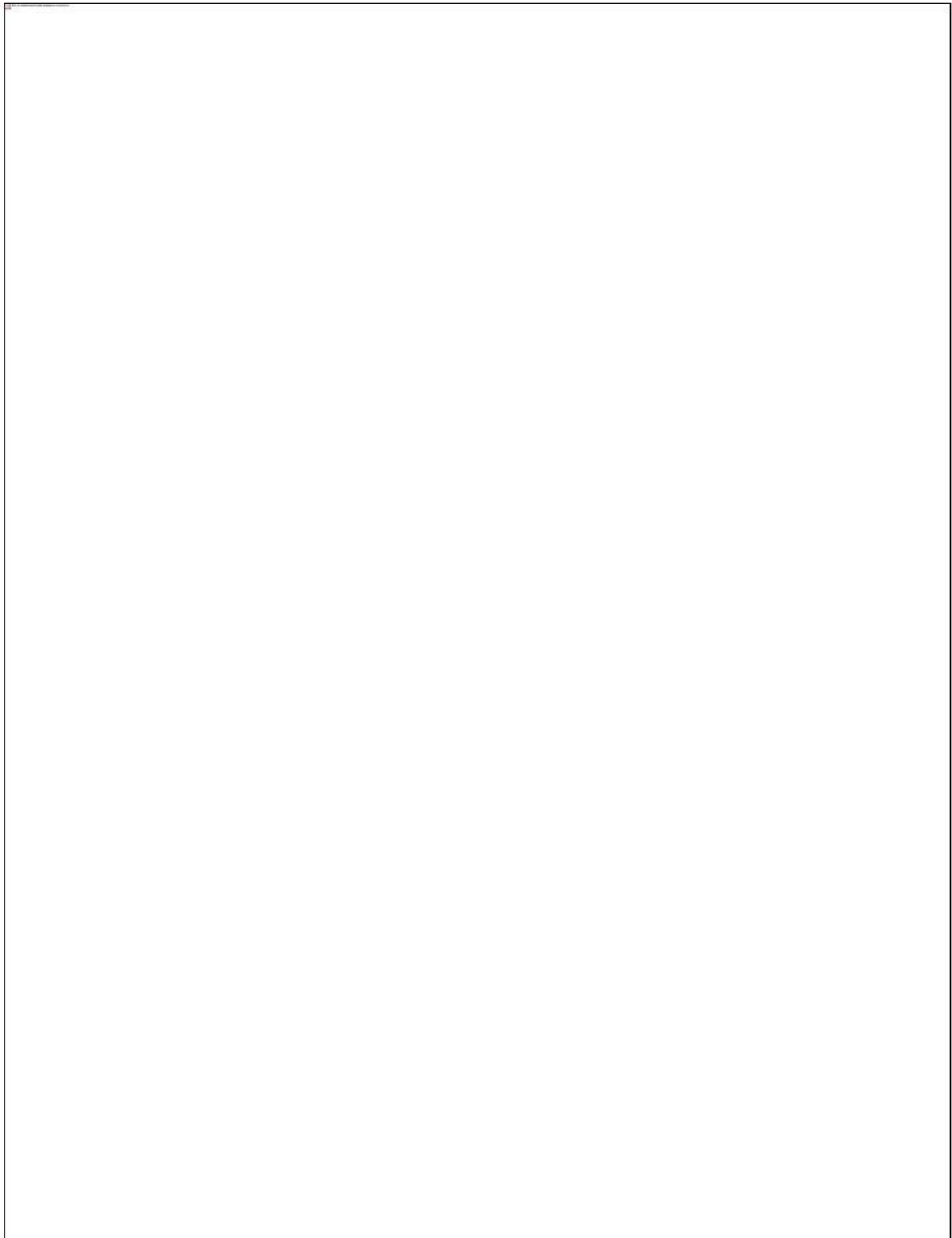


Figura 4.4.2.11. Mapa geológico do setor leste do Estado de São Paulo, que engloba o Município de Bragança Paulista (ARTUR, 2003).

Nesse contexto, a área estudada corresponde a um compartimento geológico de menor proporção formado por aluviões quaternários que acompanham às áreas marginais do Rio Jaguari, na forma de uma planície aluvionar que fica encaixada em meio ao complexo

1.

granitóide (Associação Magmática Socorro I e II). Portanto, a área em questão apresenta uma dinâmica geológica atual de um ambiente fluvial com elementos e processos atuantes típicos de um ambiente sedimentar. Nesse sentido, a compreensão desses processos envolve obrigatoriamente a análise do sistema geomorfológico em que se situam, na medida em que o ambiente fluvial se relaciona com a paisagem ao seu redor e toda uma gama de elementos morfológicos, climáticos, coberturas, entre outras, e seus inter-relacionamentos.

4.4.3 Aspectos geomorfológicos

Segundo Ab'Saber (1992), o setor leste do Estado de São Paulo situa-se dentro do domínio geomorfológico denominado de “mares de morros” florestados e constituídos de grandes extensões de morros de vertentes arredondadas. Essa região, para Azevedo, (1968), corresponde ao setor montano a alto montano da região leste do Estado de São Paulo que margeia a Depressão Periférica, denominada de Planalto Atlântico, com embasamento cristalino.

No mapa geomorfológico do município de Bragança Paulista fig. (4.4.3.12), baseado na caracterização geomorfológica de Bistrichi (2001), observa-se que a área de estudo é caracterizada por uma planície fluvial envolvida por terrenos formados por colinas pequenas que estão rodeadas por montanhas, morros dissecados, morros e morrotes.

1.

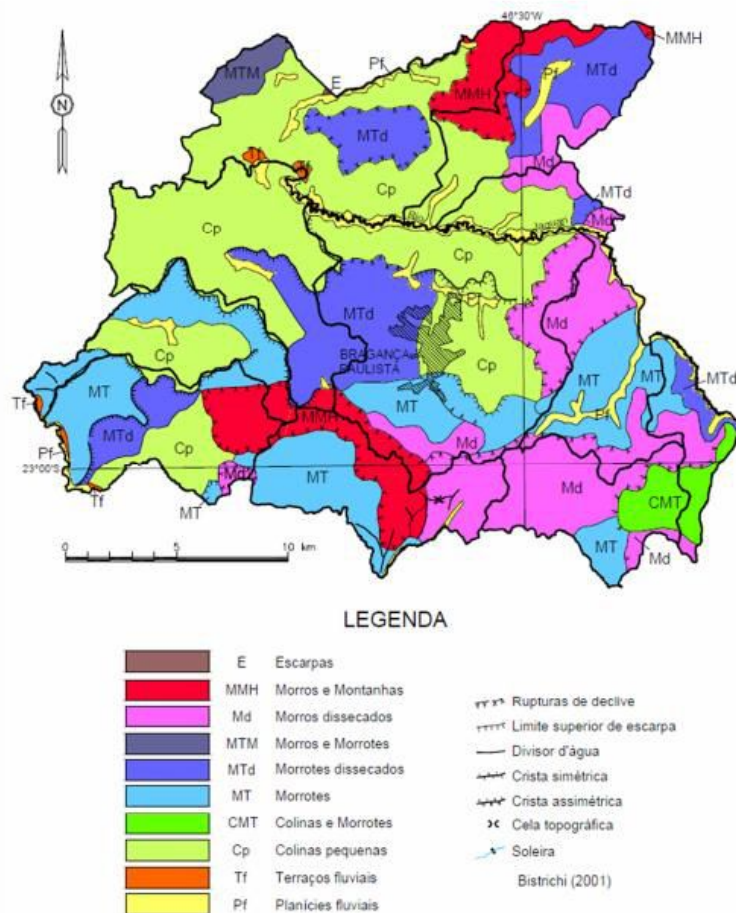


Figura 4.4.3.12. Mapa geomorfológico de Bragança Paulista adaptado de Bistrichi (2001).

Pires Neto (1996) identificou, no Planalto Atlântico, 19 tipos diferentes de relevo de acordo com suas amplitudes. Bistrichi (2001), apoiado nessa definição, reconheceu os seguintes tipos de relevo: Planícies fluviais (Pf), Terraços fluviais (Tf), Colina pequenas (Cp), Colinas e Morrotes (CMT), Morrotes (MT), Morrotes dissecados (MTd), Morros dissecados (Md), Morrotes e Morros (MTM), Morros angulosos (Ma), Morros e Montanhas (MMH) e Escarpas (E).

4.4.4 Aspectos Hidrográficos

A bacia de drenagem do Rio Jaguari, a montante do reservatório, abrange 103.243,4 hectares. As nascentes estão localizadas no Estado de Minas Gerais, nos municípios de Camanducaia, Extrema, Itapeva e Toledo. Em Extrema, o rio Jaguari recebe um afluente importante, o rio

1.

Camanducaia Mineiro. Alguns quilômetros abaixo da referida confluência, já dentro do Estado de São Paulo, o rio Jaguari é represado, constituindo um dos reservatórios do Sistema Cantareira. A jusante do reservatório, já fora do Sistema Cantareira, nasce no município de Americana (SP) o rio Piracicaba, pela junção dos rios Jaguari e Atibaia, seguindo depois até o município de Barra Bonita (SP), onde se une ao rio Tietê. Como a bacia do Jaguari abrange quatro municípios mineiros e quinze paulistas, ela é considerada federal Whately e Cunha (2006).

Nos limites do Sistema Cantareira, a bacia do Rio Jaguari compreende total ou parcialmente os municípios de Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim, Joanópolis e Vargem.

A Bacia Hidrográfica do Rio Jacareí, também dentro do Sistema Cantareira, abrange uma área de 20.290,7 hectares cuja maioria das nascentes está localizada no município de Joanópolis. O rio Jacareí. A jusante da represa, o rio Jacareí junta-se aos outros formadores da Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba SABESP (1976).

5 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

5.1 Pesquisa bibliográfica

Esta etapa do trabalho foi voltada para a fundamentação da pesquisa na abordagem geoambiental e para isso foi efetuada uma revisão teórica-metodológica envolvendo temas relacionados a processos geodinâmicos, geomorfologia fluvial, inundação, planejamento de uso do solo, gerenciamento de bacias hidrográficas e riscos a desastres naturais.

A pesquisa bibliográfica de estudos anteriores permitiu a obtenção de informações geográficas sobre o território estudado, tais como aquelas que descrevem o clima, a geologia, a geomorfologia, assim permitindo a caracterização geoambiental da área de estudo.

O acesso a informações da cobertura de imprensa foi realizada através de consulta dos arquivos do periódico Bragança Jornal Diário, onde foram encontrados registros em anotações e imagens, incluindo sobrevoos entre os dias 26 janeiro a 6 de fevereiro de 2010.

Os dados da vazão liberada pelas comportas do reservatório do Jaguari /Jacareí foram obtidos através de www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopej.aspx fundamentais para uma maior clareza sobre o evento. O mesmo pode ser dito com respeito aos dados de pluviosidade obtidos através de www.ciiagro.sp.gov.br/dados/acesso/acessa.asp

1.

5.2 Aquisição dos dados cartográficos

Os dados cartográficos foram fundamentais para o mapeamento da mancha de inundação, conferindo condições para se localizar, estimar, inferir e desenhar o contorno da mancha e assim atingir o objetivo principal do trabalho.

As características técnicas dos dados cartográficos, por sua vez, definiram a qualidade dos resultados e produtos gerados. Os dados adquiridos, as características técnicas e fontes são apresentados na relação a seguir:

1. Levantamento topográfico na escala 1:1.000 da Prefeitura Municipal de Bragança Paulista, obtido em levantamento aerofotogramétrico de 1999. Arquivos digitais em formato vetorial (autoCAD). Folhas 33974648, 33974660, 34084648, 34084660, 34184648, 34184660, 34294648, 34294660, 34404648;
2. Levantamento topográfico na escala 1:10.000 do Governo do Estado de São Paulo do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, obtido com fotografias aéreas de 1979. Arquivos digitalizados de originais em papel. Folhas 076/107 (SF-23-Y-A-IV-4-SE-B), 076/108 (SF-23-Y-B-IV-3-SO-A);
3. Ortofotos coloridas na escala 1:5.000 da EMPLASA do ano de 2007. Arquivos digitais em formato matricial (resolução aproximada de 1,6 metro), Fotos 3642-3, 3642-4, 4631-3, 4631-4;
4. Plano de informação (PI) dos limites municipais do IBGE na escala 1:500.000. Arquivo em formato digital vetorial.

5.3 Montagem de banco de dados espaciais

O banco de dados espaciais foi elaborado em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG) visando integrar os diferentes dados numa base cartográfica única com característica multiescalar, incluindo planos temáticos e imagens aéreas. Para esse fim foi utilizada a plataforma de geoprocessamento ArcGIS (versão 9.3) da empresa ESRI, disponibilizado pelo laboratório de geoprocessamento do curso de mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos.

1.

A fig. (5.3.13) apresenta a articulação dos levantamentos na escala 1:1.000 da Prefeitura Municipal de Bragança Paulista (1999) e na escala 1:10.000 do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (1979) utilizados na base cartográfica elaborada nesse estudo. Notar a concentração de folhas 1:1.000 na porção oeste da área de estudo e a ausência destas no restante.

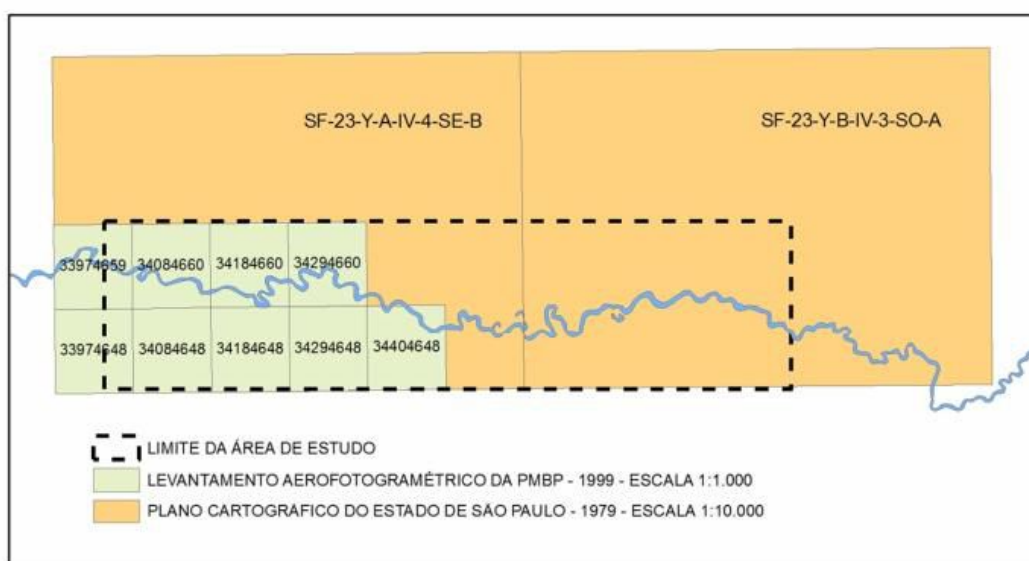


Figura 5.3.13 Articulação das folhas dos levantamentos da Prefeitura Municipal de Bragança Paulista e do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo em relação a área de estudo.

O banco de dados espaciais foi padronizado no sistema de projeção UTM e ficou estruturado da seguinte forma:

1. Base cartográfica: dados topográficos na escala 1:10.000 (formato matricial, datum Córrego Alegre), e 1:1.000 (formato vetorial, datum SAD69);
2. Base imagens aéreas: ortofotos na escala 1:5.000 (formato matricial, datum SAD69);
3. Base temática (vetorial): PI da mancha de inundação e PI do uso do solo (formato vetorial, datum SAD69).

1.

É importante destacar que o mapeamento elaborado com dados dos levantamentos topográficos existentes, parte na escala 1:1.000, parte na escala 1:10.000, tem sua acurácia variando diretamente com a precisão destes dados.

Os dados vetoriais do levantamento topográfico na escala 1:1.000 disponibilizados pela Prefeitura de Bragança Paulista precisaram ser convertidos para o formato shapefile para uso no ArcGIS. Então, foi realizada a edição dos dados em formato CAD que consistiu basicamente na extração seletiva das curvas de nível e conversão de formato shape no próprio ArcGIS.

5.4 Coleta de dados em campo

Excursões para a área de estudo permitiram a observação em campo de aspectos geomorfológicos, que ampliaram a compreensão da dinâmica fluvial do rio Jaguarí. A observação da paisagem permitiu estabelecer inferências sobre a relação entre a planície fluvial do rio Jaguarí e o seu canal, e destes com as vertentes marginais.

Sobretudo, o trabalho de campo permitiu a verificação dos pontos de inundação relatados nas informações reunidas e sua relação com a planície fluvial. Foi possível comparar as informações em fotografias da inundação com as referências de campo, a topografia dos terrenos, e com isso subsidiar a demarcação e mapeamento da mancha de inundação.

Outras observações efetuadas em campo foram relativas ao uso da terra que contribuiu para o conjunto do mapeamento, em especial quanto às áreas de risco à inundação.

Os dados de campo foram integrados a base cartográfica a partir do lançamento dos pontos posicionados em campo, com o uso de planta ou com equipamento GPS. O reconhecimento desses pontos de referência diretamente sobre as ortofotos presentes na base de dados espaciais, permitiu o melhoramento do posicionamento obtido em campo.

5.5 Métricas relativas ao canal do rio Jaguarí

A caracterização morfométrica do canal do rio Jaguarí é um aspecto geoambiental importante para a compreensão da sua dinâmica e assim, da inundação analisada por este estudo.

Basicamente, os parâmetros analisados foram a sinuosidade e a declividade do canal, a largura do cinturão meândrico (planície fluvial) e do canal.

1.

A sinuosidade, efetivamente sugerida pela observação direta do rio, foi avaliada através do índice de sinuosidade exposto por Christofolletti (1980). Esse índice adimensional é calculado através da seguinte relação:

$$I_s = C_s/C_r$$

I_s = Índice de sinuosidade

C_s = Comprimento do canal

C_r = Comprimento do eixo do vale

Conforme o método, índices com valor igual ou superior a 1,5 classificam os canais de rios como meândricos.

Foi efetuada a digitalização direta do eixo do canal do rio Jaguarí sobre a base cartográfica para obtenção da sua extensão. Para uma maior consistência na avaliação do índice de sinuosidade foi considerado no cálculo todo trecho do rio desde a ponte sob a rodovia Fernão Dias, próximo à barragem do Jaguarí até o limite oeste da área de estudo, numa extensão total de 21.765 metros.

A avaliação da declividade média do canal do rio Jaguarí foi baseada nas curvas de nível 785 e 900 metros que interceptam o canal do rio Jaguarí no trecho estudado em dois pontos detectados diretamente sobre o levantamento topográfico na escala 1:10.000 da presente na base cartográfica. O eixo do rio foi segmentado neste trecho para permitir a medição da extensão. A declividade foi calculada pela razão entre a variação de altitude com a extensão do canal (unidade em m/m).

Sobre o cálculo de declividade é importante considerar que a exatidão cartográfica na escala 1:10.000 considerando um PEC (padrão de exatidão cartográfica) classe A para dados altimétricos, corresponde à metade da equidistância das curvas de nível, neste caso podendo o valor calculado de declividade e do desnível variar de acordo com esse erro admissível.

A avaliação da largura do cinturão meândrico e do canal do rio foi efetuada diretamente sobre as ortofotos e levantamentos topográficos por medida simples.

5.6 Obtenção da cota de inundação na base 1:1.000

1.

A obtenção da cota de inundação foi efetuada com a análise dos dados de campo cruzados com os dados da topografia na escala 1:1.000, que possui precisão vertical de um metro.

Embora a porção oeste da área de estudo tenha cobertura de um total de nove folhas topográficas na escala 1:1.000, verificou-se que em apenas quatro dessas folhas (33974660, 34084648, 34084660, 34184660) existem dados de curvas de nível que abrangem as margens do rio Jaguari, que permitiram efetuar a análise da cota de inundação fig.(5.6. 14). A cobertura útil das folhas 1:1.000 representou apenas cerca de 19% da área de estudo.

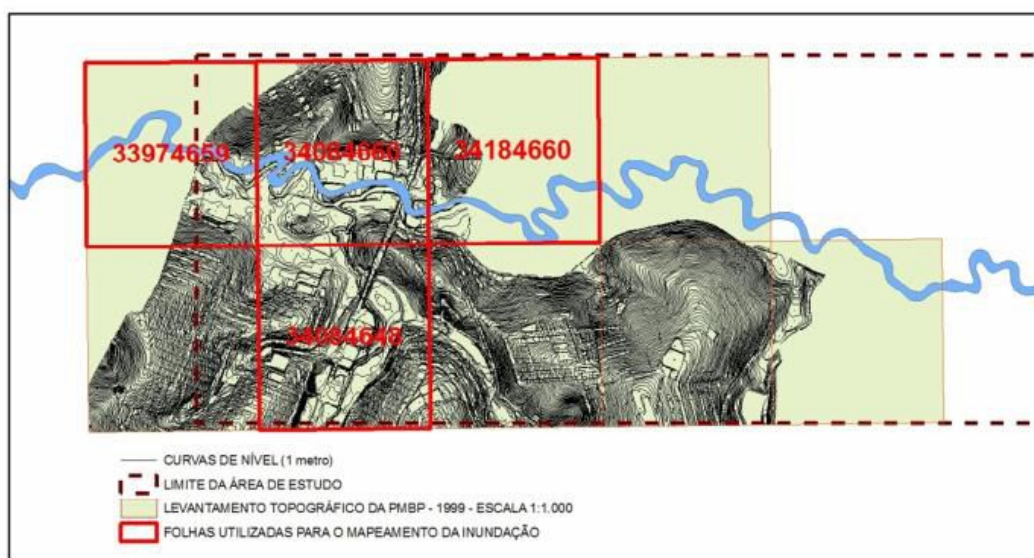


Figura 5.6.14. Articulação das folhas do levantamento topográfico na escala 1:1.000 da Prefeitura Municipal de Bragança Paulista utilizadas no reconhecimento da cota de inundação do rio Jaguari na área estudada

A descoberta do valor exato da cota de inundação foi possível especialmente no setor oeste da área de estudo onde a topografia apresenta detalhe (escala 1:1.000 com curvas de nível de metro em metro) junto com o reconhecimento de referenciais obtidos em campo e observados nas ortofotos georeferenciadas, assim permitindo a coleta da curva de nível equivalente aquela que envolve a inundação ilustrada na fig.(5.6.15).

1.

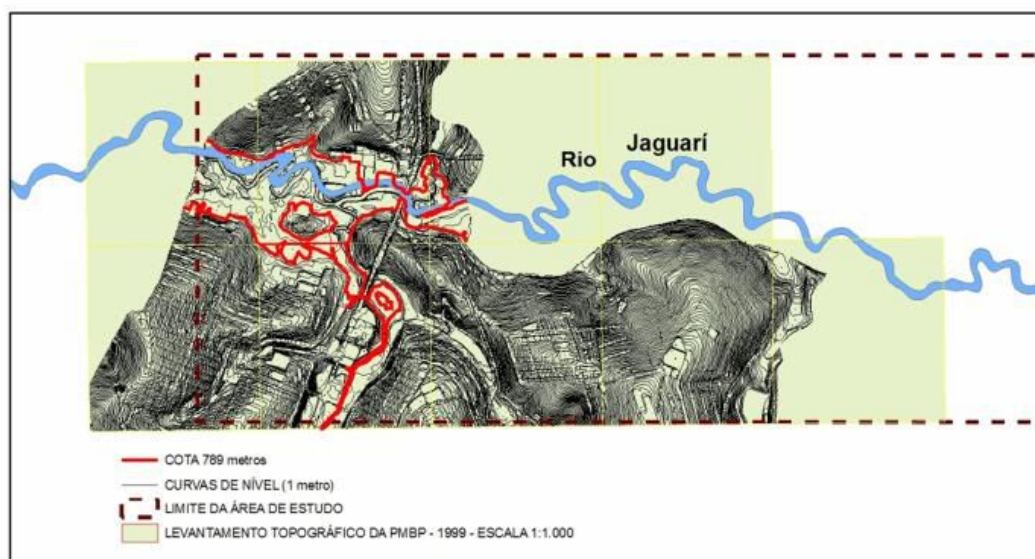


Figura 5.6.15. Folhas do levantamento topográfico na escala 1:1.000 e a cota de inundação (em destaque) do rio Jaguarí na área estudada.

O mapeamento da mancha de inundação sobre a base foi possível selecionando os vetores relativos a curva de nível verificada e na base de dados digitais eles foram editados e transformados num polígono.

5.7 Obtenção da cota de inundação na base 1:10.000

81% da cobertura da área de estudo foi analisada diretamente sobre o levantamento na escala 1:10.000. Desta forma, a cota de inundação tem duas porções mapeadas com precisão diferentes.

A delimitação da cota relativa a nível máximo da inundação na topografia 1:10.000 foi efetuada a partir da interpolação entre as curvas de nível. Sobre essa base em papel foram efetuadas medições de distância entre essas curvas e cálculos simples que permitiram inferir a cota obtida e desenhá-la em planta fig. (5.7.16).

1.



Figura 5.7.16. Ilustração que exemplifica o trabalho de interpolação sobre a base topográfica 1:10.000. A linha em vermelho correspondente a cota de inundação resultante da interpolação.

5.8 Mapeamento do risco à inundação

O conceito de risco está necessariamente associado com áreas que apresentam uso econômico e social da terra.

O fenômeno das inundações está relacionado com a dinâmica fluvial dos cursos d'água, sendo entendido como o processo de transbordamento desses quando atingem a planície de inundação ou área de várzea (AMARAL; RIBEIRO, 2011).

O conceito a cerca de situações de risco refere-se com a relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, neste caso inundação, e a magnitude de danos ou consequências sociais e ou econômicas sobre dado elemento, grupo ou comunidade (CARVALHO; MACEDO; OGURA, 2007).

Neste sentido, o risco à inundação do rio Jaguari corresponde a possibilidade de danos sociais e econômicos em terrenos ocupados na sua várzea em decorrência do transbordamento de suas águas.

Dessa maneira, o mapeamento do risco à inundação do rio Jaguari foi efetuado pelo cruzamento entre os dados referentes à mancha de inundação e ao uso da terra.

O levantamento das áreas que apresentam uso da terra ao longo da mancha de inundação foi efetuado através da observação e delimitação de polígonos sobre as ortofotos

1.

utilizadas nesse estudo que apresentam escala 1:5.000 e são datadas de 2007. Essa tarefa foi auxiliada com a observação de imagens disponíveis no Google Earth e também pelas observações de campo onde foi possível cadastrar algumas situações novas com instrumento GPS.

Cabe mencionar que o método para o mapeamento dos terrenos ocupados (polígonos) através de imagens aéreas implica em restrições quanto à possibilidade de observação nas imagens. Muitas áreas com cobertura arbórea fechada podem ocultar construções de difícil detecção. Por outro lado, a temporalidade das imagens também pode implicar na existência de situações novas que muitas vezes não são percebidas em campo pela dificuldade de acesso, especialmente em propriedades rurais.

Grande parte das terras com uso rural presentes na área inundável não foram consideradas na classificação de áreas de risco por corresponderem a terrenos cobertos com maciços arbóreos (floresta), pastos (campo), cavas de mineração (lagos) e onde ocorre o próprio canal do rio. Esse critério deveu-se a consideração de que essas áreas apresentam nenhum ou menor significado, no caso do pasto, com relação aos danos ocasionados pelas inundações.

O mapa de risco à inundação resultante pode ser considerado como um documento analítico útil ao planejamento territorial e assim representa um tipo específico de carta geotécnica (PRANDINI et al, 1995).

5.9 Elaboração dos layouts dos mapas

Os resultados foram diagramados na forma de carta-imagem escala 1:5.000, utilizando-se as ortofotos como fundo cartográfico. Essa opção implicou na subdivisão da área em três folhas articuladas como podem ser observadas na fig. (5.8.17).

1.

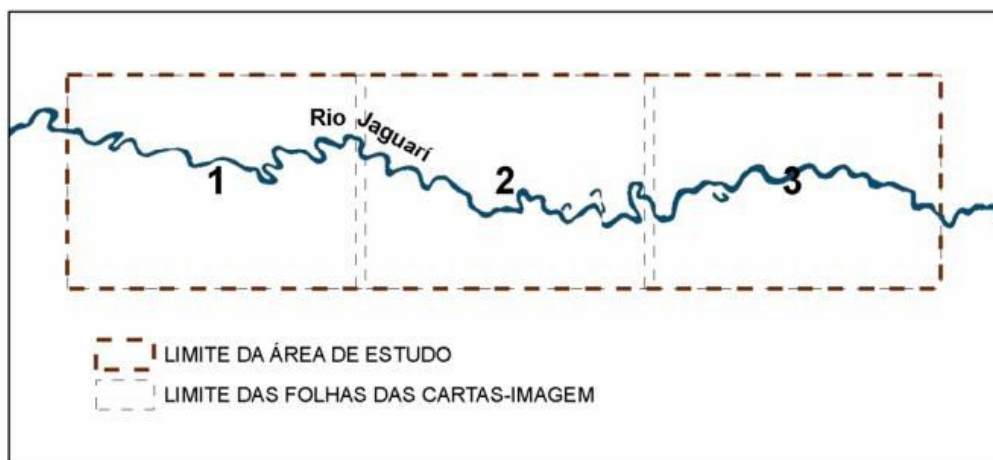


Figura 5.9.17. Articulação das folhas das cartas-imagem na escala 1:5.000 com a apresentação dos resultados do estudo.

As informações gerais presentes nas cartas permitem reconhecer e localizar os elementos da paisagem de forma adequada. Os parâmetros cartográficos e informações complementares foram implantados no layout básico das cartas para atender o padrão desejável para trabalhos cartográficos.

6 RESULTADOS

6.1 Características geoambientais

A área de estudo apresenta uma planície fluvial estreita e comprida, formando um verdadeiro cinturão meândrico, que se desenvolve numa faixa retilínea no sentido leste-oeste.

Esse cinturão meândrico constituído por sedimentos aluviais quaternários, encontra-se notadamente encaixado no complexo granítico, que predomina na região, sugerindo a existência de uma estrutura geológica que condicionou a sua instalação na paisagem.

Ao longo do cinturão meândrico é possível verificar-se a predominância de planícies de inundação ou várzeas que acompanham as curvas meândricas do canal do rio cujas margens são formadas por cordões laterais evidentes.

1.

As observações de campo substanciadas pela cartografia sugerem a existência de pelo menos um nível de terraço fluvial que, aparentemente estaria sendo desmantelado pela dinâmica fluvial recente.

Ao redor do cinturão meândrico são encontradas faixas de contato com as vertentes de um sistema de relevo onde predominam colinas cristalinas, havendo na região do bairro do Guaripocaba o contato com vertentes de morros onde é notável o estreitamento do cinturão meândrico.

A zona de transição entre o cinturão meândrico e as colinas é formada por rampas de inclinação média a baixa, onde se nota a presença de colúvios desenvolvidos ao longo das vertentes, acumulando-se junto aos sedimentos da planície fluvial. Esse fato indica que parte da deposição na planície se deve ao retrabalhamento deste material pela dinâmica da própria planície.

As contribuições por tributários desde a barragem do Jaguari, até o limite oeste da área de estudo, é pouco significativa. Nesse trecho, as chegadas de cursos d'água mais importantes de montante para jusante são:

1. Córrego da Ponte Alta na margem direita – bacia hidrográfica de 4ª ordem com caráter rural;
2. Rio Jacareí na margem esquerda - tem-se a chegada do canal remanescente do rio Jacareí. A bacia do Jacareí é barrada junto com a do Jaguari. Portanto, a vazão do Jacareí, no Jaguari neste ponto, é controlada de forma conjunta no sistema pela SABESP. Excluído o débito que sai das comportas da barragem do Jacareí, a área de contribuição é pouco expressiva e predominantemente rural;
3. Córrego do Agudo na margem direita – bacia hidrográfica de 3ª ordem com caráter rural, pouco extensa. Canal com aproximadamente 5 km de extensão;
4. Ribeirão dos Curitibaos na margem direita - bacia hidrográfica de 4ª ordem essencialmente rural, com algumas indústrias e áreas urbanas;
5. Ribeirão Lavapés, na margem esquerda - bacia hidrográfica de 4ª ordem essencialmente urbana.

A observação do rio Jaguari quando a vazão está pequena, sugere uma seção do canal em formato retangular. Em certos pontos ao longo do rio é possível encontrar soleiras rochosas, que podem indicar a presença de estruturas geológicas proeminentes no embasamento da planície.

1.

As interferências antrópicas são observadas em toda a extensão da planície que apresenta pouca vegetação natural preservada, estando a mata ciliar razoavelmente degradada. São verificados diversos vestígios de mineração de areia-argila que desfiguraram as superfícies originais, expondo terrenos escavados e lagoas abandonadas. A atividade agrícola é encontrada de forma restrita composta especialmente de cultivos de hortaliças. Existem pastos, sendo notável a presença de alguns Haras.

No entanto, o aspecto antrópico que se demonstra atualmente mais problemático é a ocupação para fins urbanos, observada em alguns pontos com padrões diferenciados.

A presença de aterros é observada, sendo alguns para fins de construção rural e outros para urbano.

6.2 Características morfométricas

O canal do rio Jaguarí na área estudada tem uma extensão de 15.460 metros com um contorno notadamente sinuoso. O índice de sinuosidade igual a 1,66 permite classificá-lo como um rio meândrico.

A avaliação da declividade média do canal do rio Jaguarí baseada no levantamento topográfico na escala 1:10.000, com base nas curvas de nível 785 e 900 metros que interceptam o canal do rio Jaguarí no trecho estudado, resultou num valor de 0,00057 m/m. Isso significa que a cada quilômetro percorrido no canal há uma queda de altitude de 57cm.

O canal do rio Jaguarí desenvolve-se sobre um cinturão meândrico cujo eixo alonga-se no sentido leste-oeste de maneira notável. A largura média do cinturão meândrico é estimada em cerca de 350 metros. A largura média do canal estimada é de aproximadamente 30 metros. Resulta daí uma relação de cerca de 1/10 entre o canal e a planície. Desta forma, pode-se perceber que a planície embora seja meândrica, é bastante restrita numa faixa estreita e possui um canal relativamente largo.

As condições observadas sugerem que a dinâmica fluvial do rio Jaguarí na áreas estudada foi profundamente alterada pela barragem, em especial quanto: a) retenção de parte significativa da carga sedimentar a montante da barragem; b) restrição na vazão com diminuição do nível do rio e da competência para o transporte sedimentar.

1.

Esses aspectos devem contribuir para a mudança do perfil do canal do rio e da planície com o tempo, proporcionando a suavização das margens e o assoreamento do canal a longo prazo.

6.3 Evidências e aspectos hidrológicos da inundação

A inundação ocorrida em janeiro de 2010 foi relatada amplamente pela imprensa com repercussão nacional. As manchetes dos dias 27, 28, 29 e 30 de janeiro podem ser observadas nos mapas anexos 1,2 e 3. A operação do Sistema Cantareira no que se refere ao reservatório Jaguari/Jacareí na ocasião, vinha demonstrando entre os dias 26 e 29 a liberação crescente da vazão nas comportas, sendo no dia 26 a vazão igual a $70\text{m}^3/\text{s}$ com acréscimos diários $10\text{m}^3/\text{s}$, alcançando $100,83\text{m}^3/\text{s}$ no dia 29, como pode ser observado na fig.(6.3.18) que apresenta o diagrama da operação do sistema no site <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopej.aspx> No dia 30 a vazão começa a recuar sendo de $78,30\text{m}^3/\text{s}$

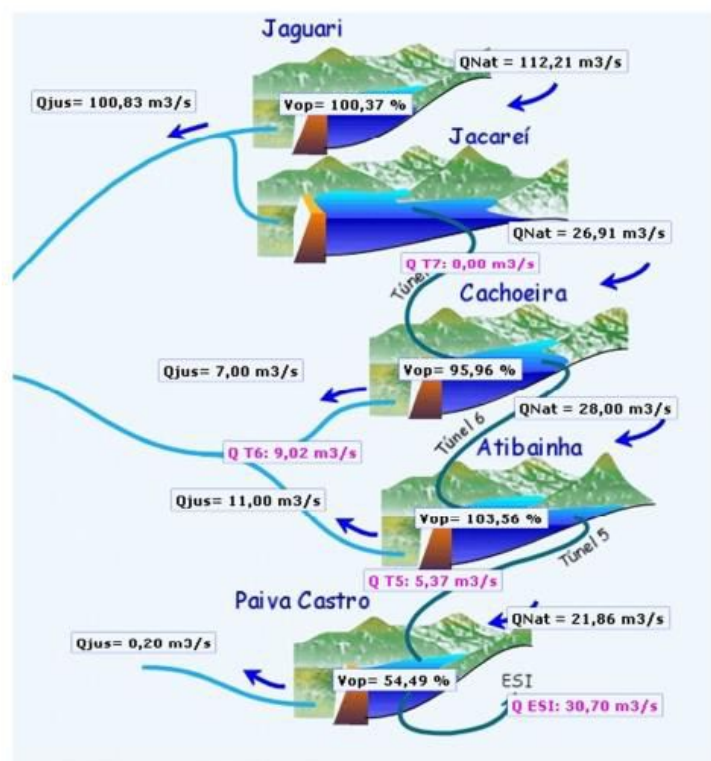


Figura 6.3.18. Diagrama do monitoramento on-line do Sistema Cantareira da SABESP. Observar a indicação do reservatório Jaguari/Jacareí na parte superior onde se observa os dados de vazão a jusante (Q_{jus}) e volume operacional do reservatório (V_{op}).

1.

É importante notar que o diagrama demonstra um volume de reservatório de 100,37%, ou seja, encontrava-se totalmente preenchido e, portanto, com a possibilidade de continuidade das chuvas, haveria o risco de extravasamento e danos.

A cobertura de imprensa permitiu a coleta de diversas informações e especialmente fotos que puderam auxiliar a delimitação da mancha de inundação.

6.4 Mapeamento da mancha de inundação

A investigação em campo associada com dados topográficos e ortofotos aéreas, permitiram concluir que a inundação alcançou a cota 789 metros. A descoberta do valor exato da cota de inundação no setor oeste da área de estudo foi possível a partir do reconhecimento de um ponto de inundação localizado junto à escola VIVERDE onde a inundação envolveu completamente a piscina. Com base nessa informação, a piscina foi facilmente reconhecível nas ortofotos georeferenciadas, permitindo a coleta da curva de nível equivalente aquela que envolve a referida piscina no levantamento topográfico 1:1.000. Assim, verificou-se que o valor da cota de inundação é 789 metros.

A cota 789 m como nível máximo aproximado da inundação foi avaliada em outros pontos demonstrando coincidir com as observações de campo e dos registros da inundação.

O mapeamento da mancha de inundação sobre a base foi possível selecionando os vetores relativos a curva de nível de elevação 789 metros. Na base de dados digitais eles foram editados e transformados num polígono.

Esse valor coincide com diversos pontos cotados sobre terrenos da várzea do rio Jaguarí no trecho estudado. A fig. (6.4.19) mostra a piscina da escola VIVERDE observada em foto aérea que permitiu localizar a cota 789m.

1.

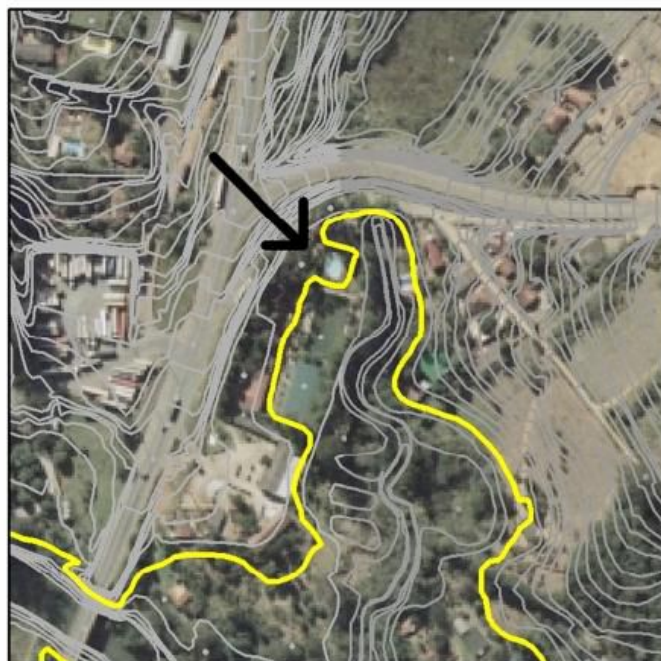


Figura 6.4.19. Sobreposição do levantamento topográfico da PMBP sobre as ortofotos aéreas. Destaque para a linha amarela que corresponde a cota 789m e para a seta que aponta para a

Em muitos locais foi possível comparar os registros da inundação em fotografias auxiliando o mapeamento. As fot. (6.4.1 a 7) cedidas por Bragança-Jornal Diário (BJD) apresentam visões da inundação.



1.

Foto 6.4.1 – Em 4 de janeiro de 2010, Sabesp abre as três comportas do Reservatório. Foto de Fabiano Costa



Foto 6.4.2 - A partir da abertura das três comportas o volume de água aparece na extensão à jusante. Foto de Fabiano Costa



1.

Foto 6.4.3 – Em 27 de janeiro de 2010 as águas invadem propriedades. Imagem de um galinheiro, no Bairro do Guaripocaba onde morreram 400 galinhas. Foto de Fabiano Costa



Foto 6.4.4– A ocupação das margens do Rio Jaguari, 27 de janeiro de 2010. Condomínio Campo Verde. Imagem parcial dos modelos de residências também atingidas. Foto Deusmar F. Motta

1.



Foto 6.4.5 – Plantação de hortaliças, no Bairro do Menin, após 30 de janeiro de 2010

Foto de Fabiano Costa

1.



Foto 6.4.6 – Crianças brincam nas lagoas formadas nos quintais. Bairro do Menin 1º de março/2010

Foto de Fabiano Costa



1.

Foto 6.4.7 – Estação de Captação da Sabesp, no Bairro do Curitibanos, submersa após 30 de janeiro de 2010. Foto de Fabiano Costa

O mapeamento da mancha de inundação encontra-se detalhado no Mapa de Risco à Inundação a ser discutido no item seguinte, sendo a mancha de inundação ilustrada na fig. (6.4.20).

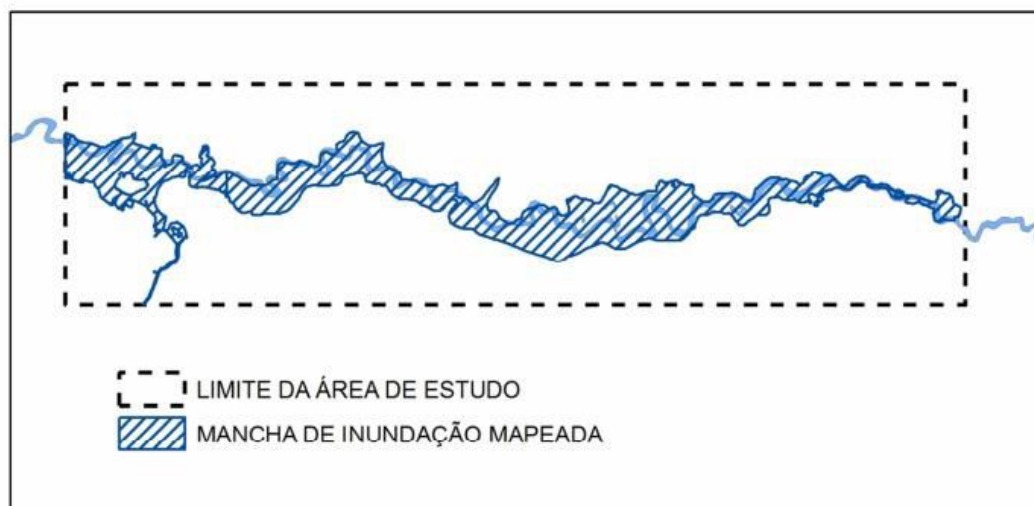


Figura 6.4.20 - Visão geral da mancha de inundação do rio Jaguari mapeada na área de estudo

Conforme demonstrado no capítulo 5, a área de estudo apresenta uma cobertura de levantamentos topográficos diferenciada, definindo para o mapeamento da mancha de inundação duas porções onde a precisão é diferenciada.

Na porção oeste da área de estudo, região da ponte da Rodovia Pedro Astenori Marigliani, o mapeamento apresenta um nível bom de precisão por contar com o levantamento topográfico da Prefeitura Municipal de Bragança Paulista na escala 1:1.000. A montante desse ponto os dados topográficos na escala 1:10.000 tem precisão vertical de cinco metros, portanto relativamente baixa. A fig. (6.4.21) revela as duas porções da mancha de inundação mapeadas em escalas diferentes.

1.



Figura 6.4.21 - Mancha de inundação mapeada em escalas diferentes que implicam na precisão dos resultados

Apenas 23% da mancha de inundação mapeada possui precisão compatível com a escala 1:1.000. O resultado da área restante deve ser considerado como uma estimativa da abrangência da mancha de inundação do evento em função dos limites técnicos implícitos no método que adotou escala 1:10.000.

A mancha de inundação resultante abrange uma área de $3.123.693\text{m}^2$ ($3,1\text{ Km}^2$) com perímetro de 31.820m ($31,8\text{Km}$).

A comparação dessa mancha com o estudo de cheias da SABESP, permite notar duas situações. A primeira refere-se a região do bairro dos Curitibanos, extremo oeste da área de estudo, onde o estudo da SABESP precisa ser reavaliado, sendo possível perceber que todas curvas de cheias ($50/100/150/200\text{m}^3/\text{s}$) encontram-se concentradas próximas ao canal do rio Jaguari e a mancha de inundação mapeada na cota 789m avança significativamente além das margens, especialmente junto à foz do Ribeirão Lavapés e da foz do Ribeirão dos Curitibanos fig.(6.4.22).

1.

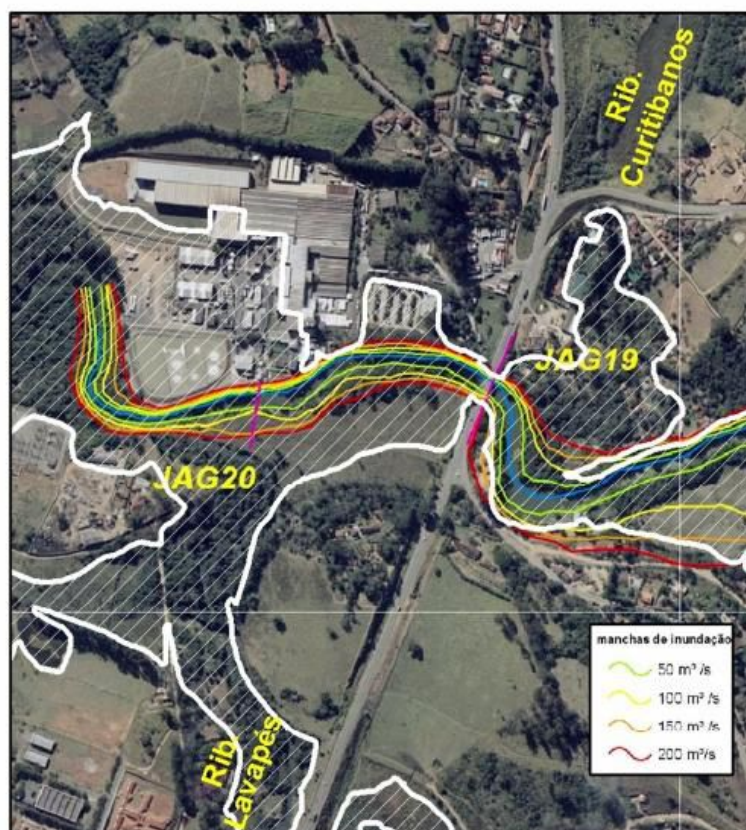


Figura 6.4.22 - Sobreposição da mancha de inundação mapeada pela SABESP. As linhas coloridas correspondem a diferentes manchas de inundação estimadas para diferentes vazões pela SABESP. A mancha de inundação mapeada neste estudo é a hachura branca.

Este fato atrelado ao assoreamento ao crescimento urbano na região e as mudanças climáticas desencadearam os problemas observados durante a inundação de 2010.

Outra situação corresponde à região localizada a montante do bairro dos Curitibaanos, onde a mancha de inundação foi mapeada sobre a base 1:10.000. Neste caso, aparentemente a mancha mapeada tende a acompanhar as curvas de vazão máximas ($200\text{m}^3/\text{s}$), não coincidindo com os dados do Sistema Cantareira que apontam para $100\text{m}^3/\text{s}$ fig.(6.4.23). Entretanto, essa informação precisa ser ainda revisada.

Cabe destacar que em muitos trechos observa-se que as manchas de cheias da SABESP cortam de forma inadequada lagoas existentes que, se forem atingidas pela cheia deveriam estar totalmente contornadas pelas curvas de cheias.

1.

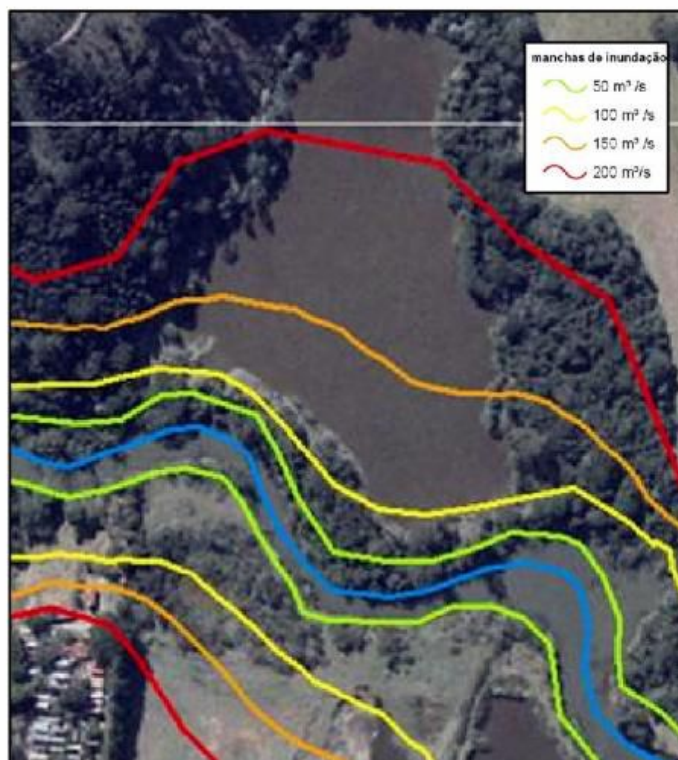


Figura 6.4.23. Detalhe do estudo de cheias da SABESP onde se observa as curvas de cheias cortando de forma inadequada uma faixa de mineração na planície do rio Jaguari

6.5 Mapeamento do risco à inundação

O mapeamento de risco à inundação do rio Jaguari foi elaborado pela delimitação dos terrenos que apresentam uso da terra que estão inseridos dentro da mancha de inundação delimitada.

O uso da terra observado na área inundável caracteriza-se por uma variedade de tipos rurais e urbanos, com predomínio de atividades rurais em mais de 90% da área.

O uso rural deve-se especialmente a presença de agricultura, criação de animais, mineração e algumas atividades de lazer.

1.

A agricultura observada caracteriza-se exclusivamente pelo plantio de hortaliças em glebas restritas, pouco representativas em termos de área.

A criação de animais é um pouco mais ampla e diversificada havendo uma significativa criação de porcos na Fazenda Batazza e algumas criações de cavalos (haras). Em diversos pontos da área foi possível observar a presença de bovinos em rebanhos pouco numerosos. Foi constatada ainda uma criação de galinhas restrita a uma propriedade residencial

A mineração é evidenciada pelas inúmeras cavas abandonadas que se tornaram lagos e ocorrem de forma expressiva ao longo da planície do rio Jaguari. Alguns desses lagos estão sendo aproveitados como pesqueiros, ou seja, atividade que pode ser considerada de lazer ou mesmo esportiva. Nota-se que a atividade mineral dava-se através da exploração do barro para olarias e areia para construção civil, caracterizando um pequeno pólo de mineração junto à planície do rio Jaguari. Não foi observada nenhuma mineração em atividade na área estudada.

A urbanização na área é formada por ocupações de caráter residencial, industrial e de serviços, este último em menor proporção.

O uso residencial é representado por moradias isoladas em chácaras e sítios, às vezes em pequenas aglomerações de média a baixa densidade, um condomínio de médio padrão (Condomínio Campo Verde) e uma ocupação mais densa de baixa renda e precária conhecida como Beira Rio. Durante os trabalhos de campo foi possível observar alguns pontos onde estão ocorrendo a construção de moradias novas.

As indústrias merecem destaque, pois, mesmo sendo em pequeno número, possuem expressão espacial significativa, como é o caso das empresas Santher S.A. e Planalquímica S. A. Um olaria também foi enquadrada na categoria indústria, porém neste caso apresentando uma pequena área de ocupação.

Representando o setor de serviços foram encontradas uma escola (VIVERDE) e um restaurante em propriedade rural.

As áreas urbanizadas consolidadas e em formação estão notadamente associadas com a proximidade de importantes eixos viários como são a rodovia Pedro Astenori Marigliani, a estrada Municipal Campo Verde e a estrada Aurélio Frias Fernandez.

O Mapa de Risco à Inundação do Rio Jaguari é apresentado em três folhas nos apêndices I, II e III. As áreas de risco foram classificadas com base no tipo de uso da terra que possibilita inferir os danos sociais e econômicos relacionados as atividades associadas a esses usos.

1.

Verifica-se que do total da área inundável (várzea), cerca de 10% encontra-se ocupada por usos incompatíveis com o local que podem ser relacionados ao risco de danos econômicos e sociais. A proporção entre os tipos de áreas de risco estão apresentadas na Tabela (6.1).

ÁREAS DE RISCO	ÁREA RELATIVA
RESIDENCIAL	41%
INDUSTRIAL	39,6%
AGRICULTURA	7,9%
CRIAÇÃO ANIMAL	7,7%
SERVIÇO	2,7%
CAPTAÇÃO DE ÁGUA	1,1%

Tabela 6.1. Proporção das áreas de risco mapeadas.

Desses resultados pode-se perceber o predomínio dos usos residencial e industrial que perfazem um total de cerca de 80% das áreas de risco. Além de corresponderem a usos incompatíveis com a várzea.

7 – PLANO DIRETOR E CÓDIGO DE URBANISMO MUNICIPAL

O Plano Diretor de Bragança Paulista (Lei Complementar 534/2007) e o Código de Urbanismo (Lei Complementar 556/2007) são responsáveis pelo ordenamento do uso da terra no município. A fig. (7.24) apresenta o Macrozoneamento apresentado no Plano Diretor.

1.

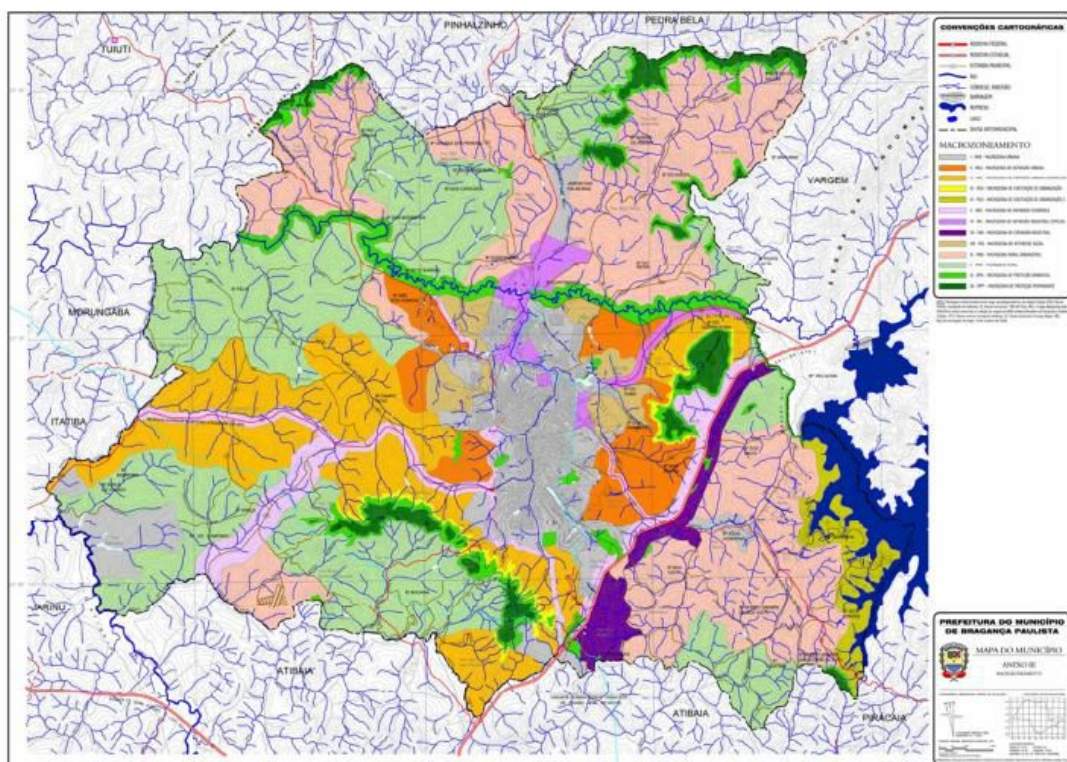


Fig. 7.24. Mapa do Macrozoneamento apresentado no Plano Diretor (Lei Complementar 534/2007) (BRAGANÇA PAULISTA, 2007)

O macrozoneamento geral do município, definido no Plano Diretor tem por objetivo principal minimizar as degradações ambientais e urbanas frente ao crescimento populacional. A fig. (7.24) apresenta o Macrozoneamento e a mancha de inundação mapeada sobreposta onde é possível observar que a maior parte da área inundada está sobre a Macrozona de Proteção Ambiental (MPA), havendo uma parte significativa sobre a Macrozona Industrial Especial (MIE) e em dois pontos sobre a Macrozona Rural Urbanizável (MRU).

1.

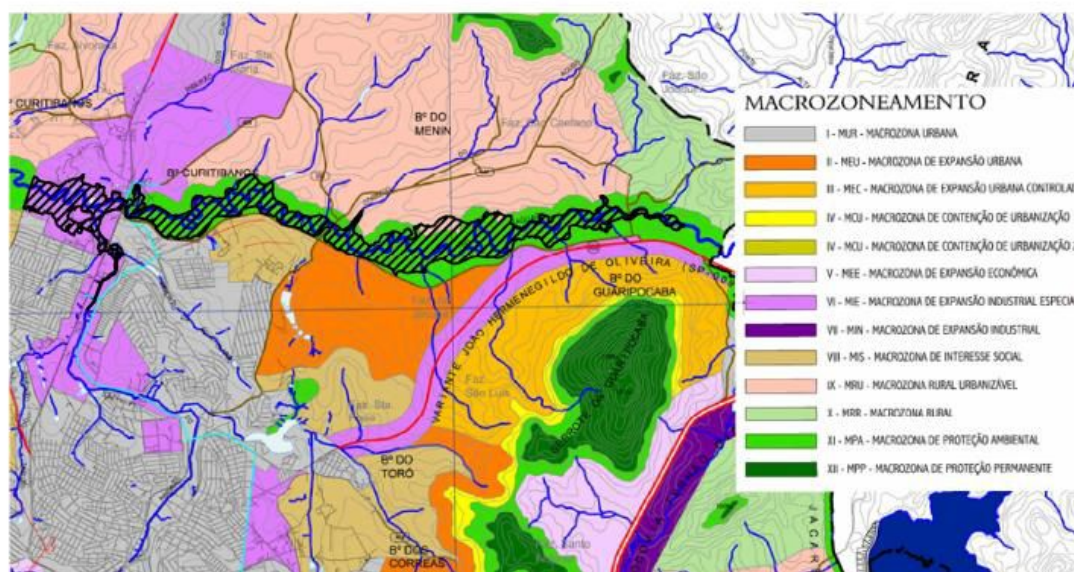


Fig. 7.25. Sobreposição do Macrozoneamento e da mancha de inundação mapeada.

A MPA é delimitada para proteger e preservar a fauna e a flora nativas em áreas de interesse ambiental, de remanescentes florestais e de interesse paisagístico. A legislação municipal, inclusive, estabelece que para instalar empreendimentos nestas áreas é necessário parecer ambiental de órgão competente.

A redação dada à Lei Complementar Nº. 556, Código de Urbanismo de Bragança Paulista, que regulamenta o uso do solo para fins urbanos, parágrafo quarto do Artigo 103, segundo termos do Plano Diretor, redação dada pela Lei Complementar nº 617/2008, não admite edificações pertencentes a conjuntos em condomínio, destinadas aos usos urbanos, incluídos os de recreação e lazer quando localizadas na Macrozona de Proteção Ambiental (MPA). Neste caso o Plano Diretor está coerente com as condições da área.

Por outro lado, a Macrozona de Expansão Industrial Especial (MIE) observada em parte da planície de inundação do Rio Jaguarí, representa uma evidente contradição ao induzir a ocupação industrial numa situação de várzea, agravada ainda pela desembocadura do Ribeirão do Lavapés que é o maior contribuinte do Rio Jaguarí naquele setor, contrariando o Código Florestal Federal (Lei 12.651/12) (BRASIL 2012).

O Quadro (7.2) resume a destinação das Macrozonas identificadas

1.

Quadro (7.2) Resumo das regras para as Macrozonas identificadas na várzea do Rio Jaguari na área estudada.

Macrozona de Expansão Industrial Especial (MIE)	Destinada à implantação de atividades de fomento industrial e empresarial, que não gerem degradação ambiental ou descaracterização dos mananciais por estarem localizadas nas proximidades do Rio Jaguari
Macrozona de Proteção Ambiental (MPA)	Destinada a proteger e preservar a fauna e a flora nativas em áreas de interesse ambiental, de remanescentes florestais e de interesse paisagístico
Macrozona Rural Urbanizável (MRU)	Destinada à exploração rural, turística e de lazer, em que a ocupação deve ser especialmente planejada, visando: a) explorar as potencialidades da região, incentivando o turismo rural; b) ao ordenamento e ao direcionamento de áreas urbanizadas localizadas próximas aos núcleos rurais produtivos; e c) consolidar a tendência local em ocupação para fins de lazer;

As construções novas evidenciadas em campo demonstram claramente o desrespeito ao Plano Diretor e a deficiência no controle do uso da terra, tendo em vista que ocorrem em áreas marginais a estradas com acesso fácil para agentes de fiscalização.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados permitem estabelecer as seguintes considerações:

1. A avaliação dos resultados permite considerar que a inundação ocorrida em janeiro de 2010 deu-se exatamente sobre o nível da cota de inundação (várzea) do rio Jaguari na altitude 789metros;
2. A mudança constatada no regime hidráulico do Rio Jaguari pela implantação da barragem resultou numa sensação de não haver mais inundação natural do rio; de que as várzeas dele não são mais várzeas, mas sim terraços secos. Esse fato deve estar influenciando o processo de ocupação na planície, gerando uma expectativa de ocupação desses terrenos;

- 1.
3. Eventos climáticos extremos com períodos de abundância de pluviosidade, devem provocar situações de liberação da água do reservatório que reestabelecem o fenômeno de inundação periódica natural;
4. Provavelmente, a mudança no regime hidráulico do rio Jaguari também deve ter contribuído para a degeneração da vegetação natural na planície que, após a construção da barragem, permanece mais tempo seca do que inundada;
5. A várzea do rio Jaguari no trecho estudado apresenta 92% da superfície com uso rural e o restante urbano;
6. O crescimento urbano sobre a várzea do rio Jaguari é um processo evidente;
7. As áreas de risco à inundação mais preocupantes correspondem aquelas associadas a moradias e indústrias instaladas na várzea do rio Jaguari;
8. As áreas de risco existentes precisam adotar medidas corretivas e preventivas específicas com base nas características sociais e econômicas por um lado, e pela capacidade de convivência com o fenômeno das inundações por outro, numa análise de custo e benefício;
9. A ocupação Beira Rio deve ser removida e reassentada em local adequado, não havendo condições de convivência seja sob o ponto de vista da inundação, seja sob o ponto de vista legal (Código Florestal e Plano Diretor);
10. As indústrias Santher e Planalquímica podem adotar soluções através das construção de polders (diques e sistema de bombas);
11. As ocupações com caráter rural apresentam características que permitem a convivência com a várzea;
12. As ocupações com atividades de serviços são mais problemáticas e dependem de uma análise mais ampla;
13. A existência de muitas áreas livres que podem ser convertidas em áreas urbanas facilitada pela existência de acessos viários, permite considerar que o problema da ocupação na várzea do rio Jaguari e riscos associados podem se agravar se não ocorrer uma gestão efetiva sobre o uso da terra;
14. O zoneamento para disciplinamento do uso da terra estabelecido pelo Plano Diretor precisa ser revisto especialmente com respeito à Macrozona Industrial Especial no

1. trecho em que coincide com a várzea do rio Jaguari, onde existem muitos terrenos livre em área inundável;
15. A avaliação preliminar do estudo de cheias da SABESP demonstrou que as curvas de cheias em diferentes vazões liberadas pelas comportas do reservatório, não correspondem ao observado em campo e pela cartografia, estando aquém da mancha de inundação estimada neste estudo. Tal fato revela a necessidade de ser feito um levantamento topográfico na escala 1:1.000 em toda a planície do rio Jaguari, pois é de fundamental importância para o gerenciamento das águas e o planejamento municipal;
16. Embora possa atribuir a ocorrência deste evento de inundação na planície do rio Jaguari a abertura das comportas do reservatório, é importante destacar a influência do Ribeirão Lavapés pelo fato dessa microbacia drenar a maior parte da área urbana de Bragança Paulista com alto grau de impermeabilização. Essa microbacia por abranger áreas de morrotes onde os vales são bem encaixados, apresenta franca capacidade de concentração das águas pluviais gerando escoamentos concentrados. Essa observação é corroborada pelos desastres ocorridos nesta microbacia em janeiro de 2011;
17. A existência de muitas áreas degradadas por mineração na várzea do rio Jaguari poderia ser objeto de um programa específico de recuperação ambiental que por um lado proporcionaria a criação de áreas de lazer e esportes, públicas e privadas, e por outro ajudaria a coibir o processo de ocupação da várzea;
18. Por fim, a várzea do rio Jaguari poderia ser convertida numa unidade de conservação de uso integral (parque) do tipo APA Municipal. Esta iniciativa permitiria a formação de um conselho gestor com os agentes envolvidos, a promoção de diagnósticos e do monitoramento ambiental, e de programas e ações através do plano de manejo que podem ser dirigidas a recuperação da várzea.

1.

9. BIBLIOGRAFIA

AB´SABER, A. N. A Serra do Japi, sua origem geomorfológica e a teoria dos refúgios. In: MORELLATO, L.P.C. (org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1992. Pág. 321- 325.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Enchentes e inundações. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. Sine loco. Instituto Geológico, 2011.

ANDRADE , F. P. D. **Subsídios para o estudo da influência da legislação na ordenação e na Arquitetura das cidades brasileiras**. 1966. 376 p. Tese (Doutorado em Arquitetura). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.1966.

ARTUR, A.C. **Complexo Granitóide pluisserial socorro: geologia, petrologia e recursos minerais: sistema crítica da produção científica e tecnológica no campo das rochas granitoides**. 2003. 139 f. Tese (Livre Docência). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2003.

A. **As Regiões Brasileiras**. 4. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 6 jan. 1997. Seção 1, p. 470-474.

_____ Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a política nacional de segurança de barragens. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília-DF, 21 de set. 2010. Seção 1, p. 152-154.

_____ Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, Código das Águas. **Diário Oficial [da] República do Brasil** - Seção 1 – p. 14738.

1.

BRUMES, K. R. Cidades: [re]definindo seus papéis ao longo da história. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 2, n.3, p.47-56, mar. 2001.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília- DF: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 2007.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil: estudos de risco e medicina de desastres**. Brasília: Departamento de Defesa Civil, 1998. 283 p.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS; INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Disponível em: <www.ciiagro.iac.sp.gov.br>. Acesso em 18 de jun. 2011.

CÓDIGO DAS ÁGUAS, Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934. **Diário Oficial [da] República do Brasil** - Seção 1 – p. 14738.

DELLA FÁVERA, J. C. **Fundamentos da estratigrafia moderna**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Rio de Janeiro, 2001. 263 p.

HASUI, Y., OLIVEIRA, M. A .F. Província Mantiqueira: setor central. In: ALMEIDA, F. F. M. ; HASSUI, Y. (Ed.). **O pré-cambriano do Brasil**. São Paulo: Editora Blücher, [p. 308-344.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **2010 censo demográfico**. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010, acessado em 17 dez. 2010.

1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2011. www.ibge.gov.br, acessado em 9 abr. 2011.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: INPE, 2007. 20 p. Disponível em: <www.inpe.br/crs/geodesastres/publicacoes.php>. Acessado em 12 maio 2011.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421 p.

PRADINI, F. L.; NAKAZAWA, V. A.; LUZ DE FREITAS, C. G.; DINIZ, N. C. Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. **Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: p. 187-202. 1995

PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAGANÇA PAULISTA. **Mapa de bacias hidrográficas**. Secretaria Municipal de Planejamento, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAGANÇA PAULISTA. **Mapa do plano diretor e código do urbanismo**. [s.1] e [s.n] 2008.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e técnicas atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

QUEIROZ, W. **Impactos geoambientais da ocupação urbana na microbacia do córrego Taquara do Reino – Bairro Novo Recreio, Município de Guarulhos, SP**. 2005. 69 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental). Centro de Pós-Graduação Pesquisa e Extensão, Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2005.

RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro-Vitória: Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro. 1983. 780 p. Folhas SF 23;24, v. 32.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO **Sistema Cantareira**: plano global de proteção dos recursos hídricos da etapa Jaguari. São Paulo: [s.n], 1978.

1.

SANTOS, D. N. **Extração de areia e a dinâmica sedimentar no alto curso do rio Paraná na Região de Porto Rico, PR.** 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008.

SÃO PAULO Lei 7663/1991 – Política Estadual de Recursos Hídricos - **Diário Oficial do Estado de São Paulo, 31 de dezembro de 1991.** Seção I, p.2.

SUGUIO, K . **Geologia sedimentar.** São Paulo: Blucher, 2003.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

SCHUMM, S. A. **The shape of alluvial channels in relation to sediment type: erosion and sedimentation in semiarid environment.** Geological survey professional paper 352-B. Washington: U. S Department of Interior, 1960.

SCHUMM, S. A. **A tentative classification of alluvial river channels: an examination of similarities and differences among some great plains rivers** U.S. Geological Survey Circular 477. Washington: U. S Department of Interior, 1963.

SCHUMM, S.A. **River adjustment to altered hydrologic regimen-Murrumbidgee river and Paleochannels, Australia. U.S. Geological:** survey professional paper 598. Washington: U. S. Department of Interior, 1968

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 195 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. e LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema.** Rio de Janeiro, 1991. 124p.

VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 2007.

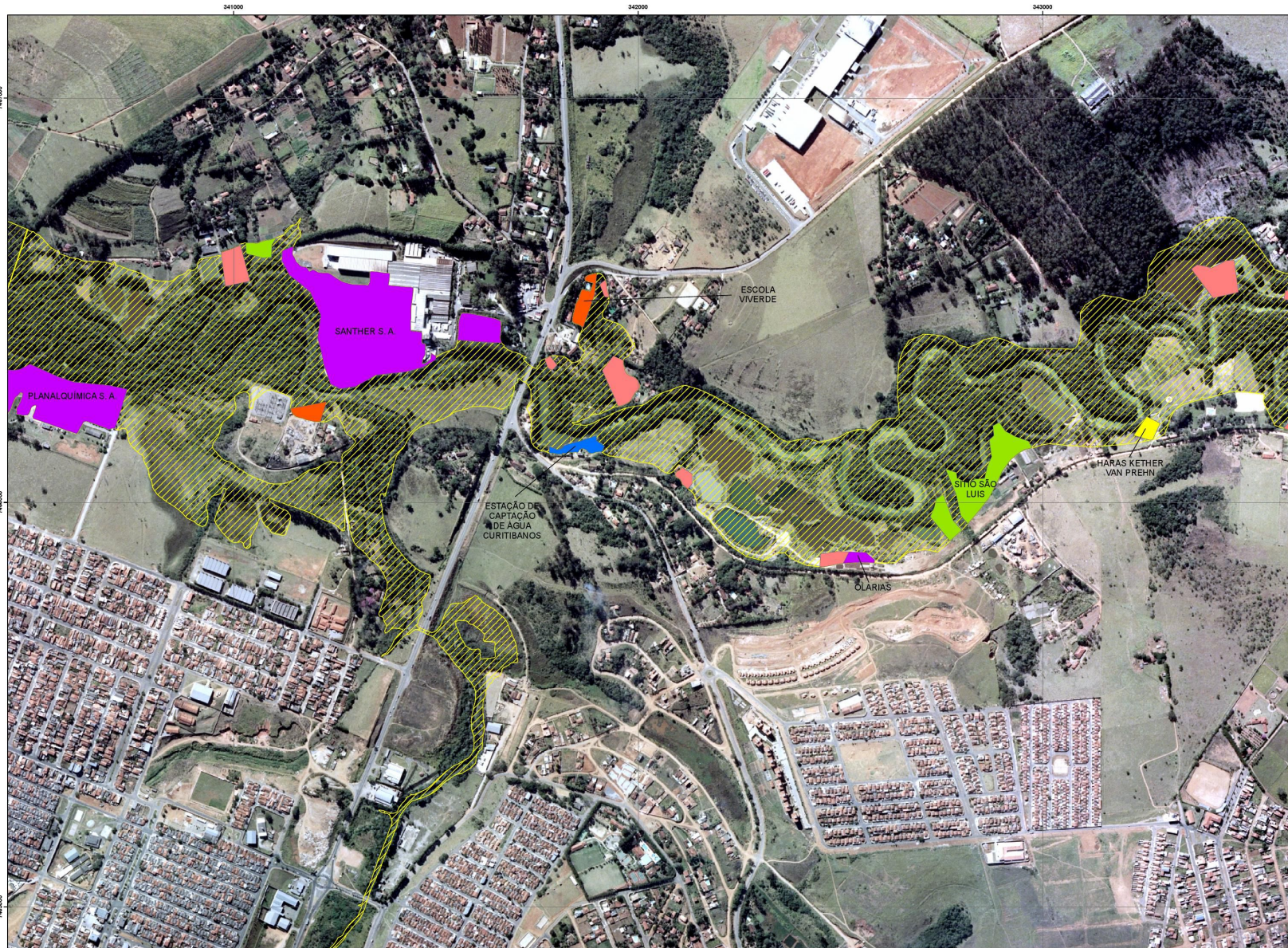
1.

TEIXEIRA, Wilson et al; **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009

WHATELY, M.; CUNHA, P. **Cantareira 2006**: um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo - resultados do diagnóstico socioambiental participativo do Sistema Cantareira. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007.

ANEXOS

ANEXOS



**MAPA DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO DO RIO JAGUARI
COM BASE NA OCORRÊNCIA DE JANEIRO DE 2010
BRAGANÇA PAULISTA - SP
FOLHA 1**



escala 1:5.000



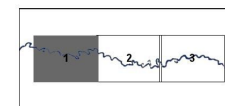
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum SAD 69

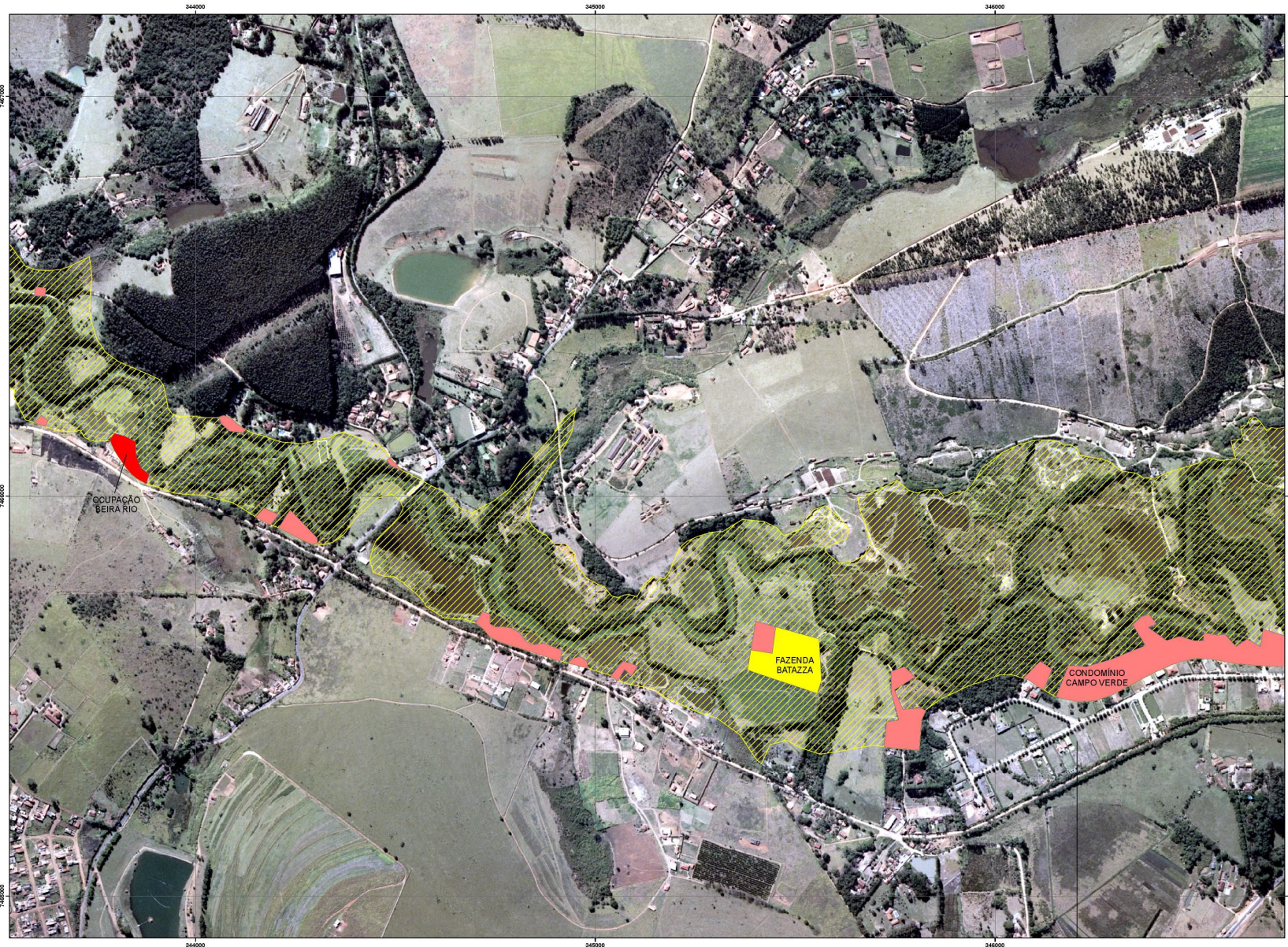


ÁREAS DE RISCO

- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- RESIDENCIAL
- INDUSTRIAL
- SERVIÇO
- CAPTAÇÃO DE ÁGUA TRATAMENTO
- CRIAÇÃO ANIMAL
- AGRICULTURA

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
1:5.000

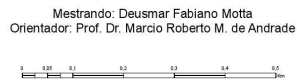




**MAPA DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO DO RIO JAGUARI
COM BASE NA OCORRÊNCIA DE JANEIRO DE 2010
BRAGANÇA PAULISTA - SP
FOLHA 2**







escala 1:5.000



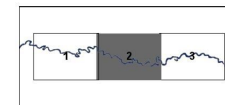
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum SAD 69



LEGENDA

-  MANCHA DE INUNDAÇÃO
-  RESIDENCIAL PRECÁRIO
-  RESIDENCIAL
-  CRIAÇÃO ANIMAL

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
1:5.000





**MAPA DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO DO RIO JAGUARI
COM BASE NA OCORRÊNCIA DE JANEIRO DE 2010
BRAGANÇA PAULISTA - SP
FOLHA 3**



escala 1:5.000

Mestrando: Deusmar Fabiano Motta
Orientador: Prof. Dr. Marcio Roberto M. de Andrade

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum SAD 69



LEGENDA

- MANCHA DE INUNDAÇÃO
- RESIDENCIAL
- SERVIÇO

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
1:5.000

