

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

JENNIFER TERRIAGA

**ESTUDO DE CASO DAFAVELA SAFIRA:
Morfologia fluvial e Obras de drenagem no Jardim Pantanal**

São Paulo
2017

JENNIFER TERRIAGA

**ESTUDO DE CASO: FAVELA SAFIRA:
Morfologia e Obras de drenagem no Jardim Pantanal**

Versão Original

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador (a): Prof. Dr. Fernando Nadal Junqueira Villela

São Paulo, 2017

Nome: TERRIAGA, Jennifer

Título: Estudo de Caso da Favela Safira: Morfologia fluvial e Obras de Drenagem no Jardim Pantanal

Natureza: Trabalho de Graduação Individual (TGI) ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não foi possível sem a colaboração e a dedicação de inúmeras pessoas que se dispuseram estar em minha vida, familiares, amigos e professores.

Agradeço em primeiro lugar a quem possibilitou minha jornada e vida, minha mãe, Claudete Souzas Terriaga, tão fundamental e dotada de energia até nos mais árduos momentos da vida me ensinou a lutar e caminhar no caminho dos meus sonhos.

A minha querida tia, Raquel Souzas, a quem tanto devo em ensinamentos e que me incentivou a cursar uma universidade pública, demonstrando que sim, era possível sair de onde viemos e galgar novos horizontes.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Nadal Junqueira Villela que mesmo sem me conhecer como aluna me permitiu cursar a disciplina de conclusão de curso sob sua tutela e me proporcionou inúmeros ensinamentos ao longo destes semestres, demonstrando e tendo admirável dedicação em sanar minhas dúvidas, fornecendo alicerces para esta pesquisa, onde possibilitou meus erros e me corrigiu, demonstrando que a cada dia e a cada página escrita é possível a melhora como aluna e como pesquisadora.

Ao longo dessa trajetória inúmeras mulheres tiveram um papel fundamental em minha construção como mulher e ser dotado de curiosidade e questionamentos, dentre muitas delas, destaco as que não poderiam em instância alguma esquecer: Michele Flores Pereira, Isabela Lino, Darliane Santos de Oliveira e Daniela Lavignatti, obrigada por me ensinarem, disponibilizarem tempo, energia e paciência com esta amiga.

Agradeço de maneira geral, pois necessitaria de uma listagem, a todos os meus amigos, sem eles, o caminho seria ainda mais penoso, sem tantas risadas e recordações.

E por último agradeço a população negra que ainda resiste nessa sociedade e que me dá força e motivos para continuar a lutar.

RESUMO

O presente trabalho apresenta o esforço para compreender as dinâmicas dos processos morfológicos fluviais presentes em uma planície de inundação, e como tais processos em associação a ação antrópica, com o advento da urbanização, podem transformar regimes naturais de enchente e inundação em áreas de várzea, em problemas de conotação pública e política. Alcançou-se, através desta busca, a percepção de que a recorrência desses eventos está condicionada ao canal ativo denominado rio Tietê (ao norte da área de estudo) e ao paleocanal (no sul da área de estudo).

Além disso, buscou-se verificar os métodos de planejamento urbano utilizados, buscando por ações mitigadoras como obras de drenagem (medidas estruturais), que buscassem atenuar tais efeitos à população. Observou-se como resultado, à crescente inserção de obras não convencionais como os pôlderes e reservatórios de retenção, o que constata a falta de equilíbrio entre medidas estruturais (obras) e não estruturais (planos e programas) que possibilitaria uma ação integrada e a diminuição de riscos e efeitos de ocupação de áreas de várzea pela sociedade.

Para tanto, como cenário de estudo foi selecionada a Favela Safira, localizada no Jardim Pantanal no extremo leste da Capital Paulista, local de diversas ocorrências de enchentes e inundações que impactam a vida da população local e desafia pesquisadores e gestores na busca por solução viável e adequada. Apresenta-se então, ao longo dos capítulos a sequência de estudo e pesquisa que foi necessária para compreender tais fatores e apontar possíveis causas.

Palavras chaves: enchente, inundação, obras de drenagem, planície de inundação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.2.1-1 – Tipologia dos canais fluviais.	18
Figura 4.2.1-2 – Tipologia dos Canais Fluviais.....	19
Figura 4.2.1-3 – Principais Tipos de Canais Fluviais.....	21
Figura 4.2.1-4 – Margem côncava e convexa.	23
Figura 4.2.1-5 – Colo de Meandro (Pedúnculo).	23
Figura 4.2.1-6 – Soleiras e Depressões no Canal Fluvial Meandrante.....	26
Figura 4.2.1-7 – Processos de Sedimentação.....	27
Figura 4.2.1-8 – Processos que ocorrem na planície de inundação de um curso meândrico.	29
Figura 4.2.1-9 – Diagrama demonstrando os processos na planície de inundação.....	29
Figura 6-1 – Localização da área de estudo.	34
Figura 6.1-1 – Interior da fábrica Nitro Química.	38
Figura 6.2-1 – Hipsometria da área de estudo.	42
Figura 6.2-2 – Declividade da área de estudo.....	44
Figura 6.5-1 – Uso e Ocupação/1930.	58
Figura 6.5-2 – Fotointerpretação: Foto aérea de 1962.....	61
Figura 6.5-3 – Uso e Ocupação da Terra1973.....	63
Figura 6.5-4 – Uso e Ocupação da Terra1974.....	65
Figura 6.5-5 – Uso e Ocupação do Solo/1980.	67
Figura 6.5-6 – Uso e Ocupação da Terra/2002.....	69
Figura 6.2.1-1 – Localização das obras – Jardim Pantanal.....	71
Figura 6.6.2-1 – Sistemas de canalização versus retenção.....	73
Figura 6.6.3-1 – Ilustração de um polder.....	76

LISTA DE FOTOS

Foto 6.4-1 – Moradores em bote no Jardim Pantanal.	55
Foto 6.4-2 – Bombeiros realizando atendimento a população no Jardim Pantanal.	55
Foto 6.4-3 – Inundação em 2011 no Jardim Pantanal.....	56
Foto 6.6.2-1 a) e b) – Piscinão Pantanal.....	75

Foto 6.6.3-1 – Exemplo de Pôlder na Holanda.....	76
Foto 6.6.3-2 – Construção de pôlder na margem direita da Marginal Tietê (Ponte da Vila Maria).	77
Foto 6.6.4-1 – Imagem aérea do dique de contenção do Jardim Pantanal.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 6.3-1 – Média histórica 2009/2010.....	51
Gráfico 6.3-2 – Média histórica 1995/1996.....	52
Gráfico 6.3-3 – a) e b) – Climogramas.	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.2.1-1 – Relação entre a sinuosidade e grau de entrelaçamento para os principais tipos de canais fluviais.	21
Quadro 5.1-1 – Materiais.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.3-1 – Histórico pluviométrico – Estação Monte Belo – E3-091.	48
----------------------------------------------------------------------------	----

INDÍCE

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	Geral	10
2.2	Específicos.....	10
3	JUSTIFICATIVA.....	11
4	BASE TEÓRICA METODOLÓGICA	13
4.1	Teoria Geral dos Sistemas	13
4.2	Geologia e Geomorfologia	16
4.2.1	Processos Geomorfológicos que Ocorrem no Canal Fluvial e na Planície de Inundação.....	17
4.3	Uso e Ocupação da Terra.....	30
5	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....	31
5.1	Materiais	31
5.2	Softwares e Equipamentos	32
6	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
6.1	Contexto Histórico.....	35
6.2	Aspectos Geomorfológicos e Geológicos	39
6.2.1	Caracterização do Canal fluvial existente na área de estudo.....	45
6.3	Pluviometria	45
6.4	Histórico de Inundações	53
6.5	Uso e Ocupação da Terra.....	56
6.6	Obras / intervenções mitigadoras	70

6.6.1	Medidas estruturais	71
6.6.2	Reservatório de Detenção - Piscinão	72
6.6.3	Pôlderes	75
6.6.4	Dique	78
6.6.5	Canalização Córrego São Martinho	79
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
8	BIBLIOGRAFIA	82

1 INTRODUÇÃO

Sugio e Bigarella (1979) recordam que grandes civilizações se desenvolveram às margens dos rios. Além disso, os autores salientam que os cursos d'água serviram também como orientação para desbravar o ambiente no interior dos continentes, que ainda detinham a função de servir como via de transporte, provedores de alimentação e, obviamente, fornecimento d'água.

Este elemento fundamental da natureza conhecido como “rio” nos serve como objeto de estudo para o desenvolvimento deste trabalho, onde inicialmente buscou-se adentrar às questões concernentes a sua morfologia, tentando compreender a interação com o sistema de drenagem qual faz parte; posteriormente, procurou-se adentrar em questões correlacionadas diretamente à área de estudo (Favela Safira, no Jardim Pantanal) e enxergar quais destes processos estudados ocorrem de fato dentro da mesma, que se localiza no extremo leste da Capital Paulista, no distrito Jardim Helena.

Para tanto, foi necessário definir como metodologia norteadora a Teoria Geral dos Sistemas, que possibilitou visualizar a interação entre o rio e a cidade desenhada na gradual ocupação da planície de inundação do rio Tietê pelas moradias da favela Safira, demonstrando como os sistemas fluvial e antrópico se relacionam e quais são os produtos deste contato.

Mais à frente, também foi necessário assimilar o cenário climático em que o trabalho deveria se basear, além de apontar as ocorrências climáticas pelas quais a área de estudo estava submetida nas datas em que ocorreram episódios de enchente e inundação, bem como seu histórico recente, ou sua evolução de uso e ocupação da terra, e, por fim, as medidas estruturais adotadas pelo governo nos últimos anos na tentativa de mitigar futuros danos à população.

Nesse contexto, o trabalho teve por finalidade máxima buscar maior conhecimento em relação ao tema apresentado, com certa compreensão de processos, e como o meio natural pode influenciar decisões políticas e públicas em nossa sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Os principais objetivos deste trabalho são apontar as modificações na planície fluvial em que se desenvolveu a Favela Safira, popularmente conhecida como Jardim Pantanal, entendendo os processos na interação das ações naturais deste sistema em associação à ocupação urbana. Por meio deste cenário, será possível verificar a atuação dos órgãos competentes e responsáveis, no sentido de averiguar se os projetos, obras e/ou planos destinados e implementados, nesta área, são apropriados para mitigar os impactos causados tanto para a planície fluvial quanto para a população residente.

Busca-se, portanto, apontar o contexto geomorfológico fluvial da área de estudo, contrapondo à ocupação e medidas mitigadoras realizadas pelo poder público.

2.2 Específicos

- a) Compreender o sistema natural de enchentes e inundações que ocorrem na área de estudo;
- b) Apontar as modificações realizadas pela ação antrópica ao longo dos anos, desde a ocupação urbana inicial da área até os dias atuais;
- c) Entender os resultados que essas modificações causaram na área de estudo;
- d) Verificar as medidas de ações/obras por parte do poder público que visam a melhoria e contenção de inundações no Jardim Pantanal.

3 JUSTIFICATIVA

A cidade de São Paulo, considerando o período dos anos 1930 até atualidade, sofreu um processo de complexização e contínua modernização (KOWARICK 1979, LANGENBUCH 1971, CASTELLS 1983, POCHMANN 2001), e mesmo após um longo período de análise na literatura, não somente da geografia, mas também em outras áreas, ainda podemos enxergar como é recorrente a discussão entorno da dicotomia existente entre o centro e a periferia. Este cenário é muito bem delimitado pelas disparidades econômicas e sociais impostas dentro de uma metrópole que possui o rótulo de capital financeira do Brasil, e que ao longo da construção de sua história incrustou no imaginário paulistano, com o apoio de diversas políticas públicas, a crença de que determinados agentes pertencentes à cidade não detêm o mesmo direito de uso da cidade.

O distrito investigado abrange uma área de aproximadamente 5 km², apresentando relevo predominantemente plano, e foi escolhido para compreender a dinâmica e o impacto da ocupação urbana em uma área de planície fluvial, sendo também área recorrente em eventos de inundação com prejuízos socioeconômicos à população residente.

A justificativa para abordagem desta temática nasce da correlação entre o contexto apresentado acima, ilustrado nos apontamentos oferecidos na caracterização da área de estudo, com a necessidade de se compreender a ocupação da área estudada por uma população periférica. Neste sentido, tenta-se correlacionar o processo de urbanização com o regime natural de enchente e inundação recorrente da planície fluvial, noticiados anualmente no período de verão.

Sobretudo, o trabalho se embasa na compreensão do assunto “ocupação de áreas propícias à enchente/inundação”, em associação à como o poder público atua para minimizar os problemas recorrentes nesta área, partindo do seguinte questionamento: “O poder público continua reproduzindo políticas públicas excludentes à áreas periféricas e a sociedade que ocupa tais lugares, ou modificou sua atuação e tentou mitigar todo atraso causado por gestões anteriores, que não abriram espaço para pensar a cidade por outro viés que não fosse o tradicional beneficiamento de sua centralidade e reprodução das barreiras, não somente de cunho físico, mas também socioeconômicas?”.

Além disso, a tentativa de se estudar questões ambientais que ocorrem dentro do espaço urbano periférico traz, a periferia ao centro da discussão e cumpre com um dever social de produzir pesquisas e propostas acadêmicas que transpassem os muros da Universidade e sejam úteis para do universo acadêmico.

4 BASE TEÓRICA METODOLÓGICA

4.1 Teoria Geral dos Sistemas

Ao buscar-se compreender preliminarmente a dinâmica configurada na área de estudo, ou seja, a interação entre hidrografia e a atual ocupação urbana na planície de inundação, fez-se necessário visualizar e entender a interação entre três sistemas nítidos neste quadro, o canal fluvial, a planície de inundação e a cidade representada por um complexo personagem: a ação antrópica.

Para tanto, tornou-se necessário fundamentar e espacializar os processos que regem o dinamismo da área, adotando como principal embasamento a Teoria Geral de Sistemas (BERTALANFFY, 1937).

A teoria que tem sua concepção diretamente ligada à biologia, pois foi formulada pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy (1975) que a apresentou em 1937 em um seminário na Universidade de Chicago (a mesma só foi publicada no período pós-segunda guerra), buscou em sua formulação suprir o vácuo deixado pelas teorias científicas vigentes que não cumpriam inteiramente, em sua visão, com a necessidade gerada pela comunidade científica moderna, onde as relações estavam cada vez mais complexas:

A necessidade resultou do fato do esquema mecanicista das séries causais isoláveis e do tratamento por partes ter se mostrado insuficiente para atender aos problemas teóricos, especialmente nas ciências bio-sociais, e aos problemas práticos propostos pela moderna tecnologia (BERTALANFFY, 1973, pg. 28).

Propondo então ser uma metodologia que fornecia princípios válidos para todos os “sistemas”, esta apresentava-se, independentemente de sua natureza, defendendo que o estudo considerasse o contexto completo e não somente suas partes. Ou seja, esta proposta levaria à compreensão das conexões e relações que configuram os sistemas e que formam um todo maior e mais complexo:

O significado da expressão um tanto mística “o todo é mais que a soma das partes” consiste simplesmente em que as características constitutivas não são explicáveis a partir das características das partes isoladas (BERTALANFFY, 1973, pg. 83).

Posteriormente, esta teoria tornou-se uma metodologia aplicada em diversas áreas, sendo uma delas a Geografia, mais popularizada em sua vertente física que teve o papel de abrir as portas para a TGS nos estudos de cunho geográfico, através dos trabalhos de Arthur N. Strahler (1950; 1952) voltados para a

geomorfologia. Entretanto, é fundamental lembrar-se de contribuições posteriores como de Hack (1960) com a sua concepção sobre a existência de equilíbrio e ajustes recíprocos naturais entre os fatores envolvidos no processo (CHORLEY, 1962; e TRICART, 1980). Além disso, é possível encontrar a utilização desta metodologia em outras áreas da Geografia como nos estudos de teoria da paisagem onde, principalmente com o avanço das pesquisas e preocupações ambientais, pode-se destacar a importância da TGS para o desenvolvimento da teoria geossistêmica (SOTCHAVA, 1960) que, influenciada também pela escola naturalista do século XIX, demonstrou o fortalecimento de técnicas como observação e descrição detalhada na tentativa de elucidar a diversidade abarcada pela Geografia (fenômenos naturais, sociais, econômicos). Gregory (1985) considera completamente normal a associação da geografia física com outras áreas de conhecimento e, devido a sua origem ser mais recente do que a biologia buscar conhecimento em outros campos para complementar ou explicar suas teorizações.

As influências externas que pairavam sobre a Geografia nessa época, meados do século XIX e início do século XX, advinham da abordagem positivista. Especificamente sobre as Ciências da Natureza, alguns princípios de ordem geral tais como o uniformitarismo, a teoria evolucionista, os métodos descritivos, comparativos e as generalizações empíricas, constituíam a base do trabalho científico (RODRIGUES, 2001).

Abordagens como estas buscam correlacionar a interação entre a gênese dos fenômenos com sua dinâmica. Portanto, ao propor uma teorização voltada para investigação científica dos sistemas Bertalanffy tentava expor o quão significativo era a correlação e associação existentes entre diversas variáveis que compunham um objeto de observação. Para exemplificar, Christofolletti (1981) explica que:

“Um sistema pode ser definido como o conjunto dos elementos e das relações entre si e entre os seus atributos” (CHRISTOFOLLETTI, 1981).

Para Christofolletti (1981), o estudo por meio da visão da Teoria Geral dos Sistemas, principalmente na Geomorfologia, propiciou maior direcionamento, foco e delineamento ao objetivo desta ciência. Levando em consideração que a maioria dos temas estudados pela geografia não se encontram em um sistema isolado, mas sim, em contato com outros sistemas que compõe o *universo*, é possível concluir que as ações que ocorrem dentro de um sistema afetam e repercutem na totalidade na qual este se encontra inserido. Partindo deste pressuposto, foi ainda possível compreender que a correlação dos sistemas ocorre devido à busca de um objetivo, seja um rio exercendo sua função dentro de uma bacia hidrográfica ou a vegetação

em uma vertente, pois todos possuem uma característica própria para manter o funcionamento dos sistemas. Isto é de fundamental importância para a Geomorfologia, pois após a ocorrência de qualquer ajuste em busca do balanceamento pode haver produção de novas formas ou modificação das já existentes:

O conceito de equilíbrio em geomorfologia significa que materiais, processos e a geometria do modelado, compõem um conjunto autorregulador, sendo que toda forma é produto do ajustamento entre materiais e processos” (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Na área de estudo foram detectados, levando em consideração este embasamento teórico, três sistemas, o rio (o canal fluvial em si), a planície de inundação e a cidade (ação antrópica), onde do ponto de vista funcional, são categorizados como não isolados e abertos, portanto com fluxo e troca de matéria e energia constante.

Na perspectiva estrutural, há os sistemas processos-resposta que de acordo com Christofolletti (1981) são formados pela combinação de sistemas morfológicos e sistemas em sequência, ou seja, existem agentes envolvidos no processo (sistemas em sequência) e as formas que respondem aos estímulos gerados por estes processos (sistemas morfológicos). Nesta correlação as variáveis presentes sempre procuram equilíbrio dentro de seu dinamismo, de modo que as alterações no sistema em sequência podem ser refletidas por alterações na estrutura do sistema morfológico, através de reajuste dos componentes em vista de alcançar um novo equilíbrio, estabelecendo, como por exemplo uma nova forma; portanto, a paisagem seria uma das representações dessas interações.

Portanto, esta metodologia ajudou a compreender a reorganização ocorrida devido à interação entre o rio e a cidade, desenhada na gradual ocupação da planície de inundação do Tietê pelas moradias da Favela Safira, norteando e demonstrando como os sistemas fluvial e antrópico trabalham e quais são os produtos deste contato; além disso, subsidiou bases para a conclusão sobre as medidas mitigadoras realizadas pelo poder público.

4.2 Geologia e Geomorfologia

De acordo com Rodolfo Luz (2015), o reconhecimento das relações dinâmicas entre formas processos e materiais, permite a compreensão dos fenômenos naturais de forma integrada. Desta maneira, caracteriza-se a área de estudo no compartimento de bacias sedimentares cenozoicas/depressões tectônicas (Ross e Moroz, 1997) com terrenos planos, de origem sedimentar quaternária das planícies fluviais. Tal classificação não levou em consideração apenas a morfologia local, mas também a formação que compõe e proporciona o material para o seu desenvolvimento. Em suma, este termo remonta à idade geológica mais recente presente na superfície terrestre, o Quaternário.

Para exemplificar, resgata-se a *lei de superposição de camadas*¹, onde se considerou que os sedimentos são depositados em camadas horizontais e sucessivas. A partir desta consideração, concluiu-se que seria possível correlacionar a posição de deposição com uma linha cronológica. No século XIX, Smith (1769-1839) possibilitou com seus estudos, a associação da lei de superposição com a *lei da correlação de camadas baseadas em fósseis*², originando a classificação bioestratigráfica e fornecendo base para a classificação cronoestratigráfica que institui significado a cada camada no tempo geológico.

O período geológico que se correlaciona com as características da área de estudo é definido por Coutinho (1980) como *Qa*, ou seja, Quaternário. Esta definição foi introduzida nos estudos geológicos em 1829 por Desnoyers ao tratar de sedimentos marinhos superpostos ao Terciário. Atualmente o quaternário é subdividido entre Pleistoceno e Holoceno com ressalvas em relação ao início e fim de cada terminação. Entretanto, o fundamental ao tratar sobre o quaternário é destacar que este período geológico aborda os conteúdos (evidências) de fauna e flora viventes em associação às eras glaciais e ao domínio conhecido como a *Idade do Homem*.

Em 1936, com a publicação do livro *Introdução à Pré-História da Europa Setentrional*, do mesmo autor acima citado³, foram estabelecidas as bases da atual Arqueologia Pré-histórica. Deste modo, o Período Quaternário

¹ Lei de superposição de camadas (século XVII): termo criado na revolução da ciência pelo pesquisador dinamarquês Steno (1638-1687).

² Lei de correlação de camadas baseadas em fósseis (século XIX): relação entre camadas superpostas e sotopostas com associação de conteúdos fossilíferos (sucessão vertical de camadas).

³ C.J. Thomsen (1788-1865).

passou a ser um tempo geológico caracterizado pela intensificação das atividades antrópicas ou pela hominização (SUGUIO, 1999).

Com esta característica, pode-se compreender a importância de um agente tão marcante como o homem na superfície terrestre e ao adicionar está variável a compreensão dos processos já existentes, considera-se, desta vez, o balanceamento homem versus natureza.

A explosiva expansão urbana da região metropolitana de São Paulo vem acompanhada de conflitos relacionados à mineração, ao abastecimento público de águas (quantidade e qualidade), as áreas de riscos geológicos e ou geotectônicos, à precária ocupação habitacional de favelas, aos colapsos de terrenos cársticos, à disposição de resíduos sólidos, à vulnerabilidade por contaminação de aquíferos subterrâneos, entre outros (KLEINFELDER, 1997).

Conclusivamente, esta unidade geológica permite o conhecimento da formação mais recente a qual se tem registro, auxiliando na compreensão de fenômenos que ocorrem cotidianamente e que futuramente possam influenciar na vida terrestre. Além disso, auxilia na compreensão da configuração atual e fornece subsídios também para utilização social e econômica de planícies costeiras e fluviais.

4.2.1 Processos Geomorfológicos que Ocorrem no Canal Fluvial e na Planície de Inundação

Ao pensarmos nos processos geomorfológicos sedimentares que ocorrem no canal fluvial, devemos considerar o dinamismo existente entre os elementos que o compõe e os elementos que o rodeiam. Neste sentido, entende-se que há uma conexão entre os processos, e, portanto, não devemos enxergar o canal fluvial de forma isolada.

Nesta linha teórica, enxerga-se a presença da Teoria Geral de Sistemas atuando dentro do contexto apresentado, pois se verifica a interação entre dois sistemas (canal fluvial *versus* planície de inundação) que somados produzem resultados específicos:

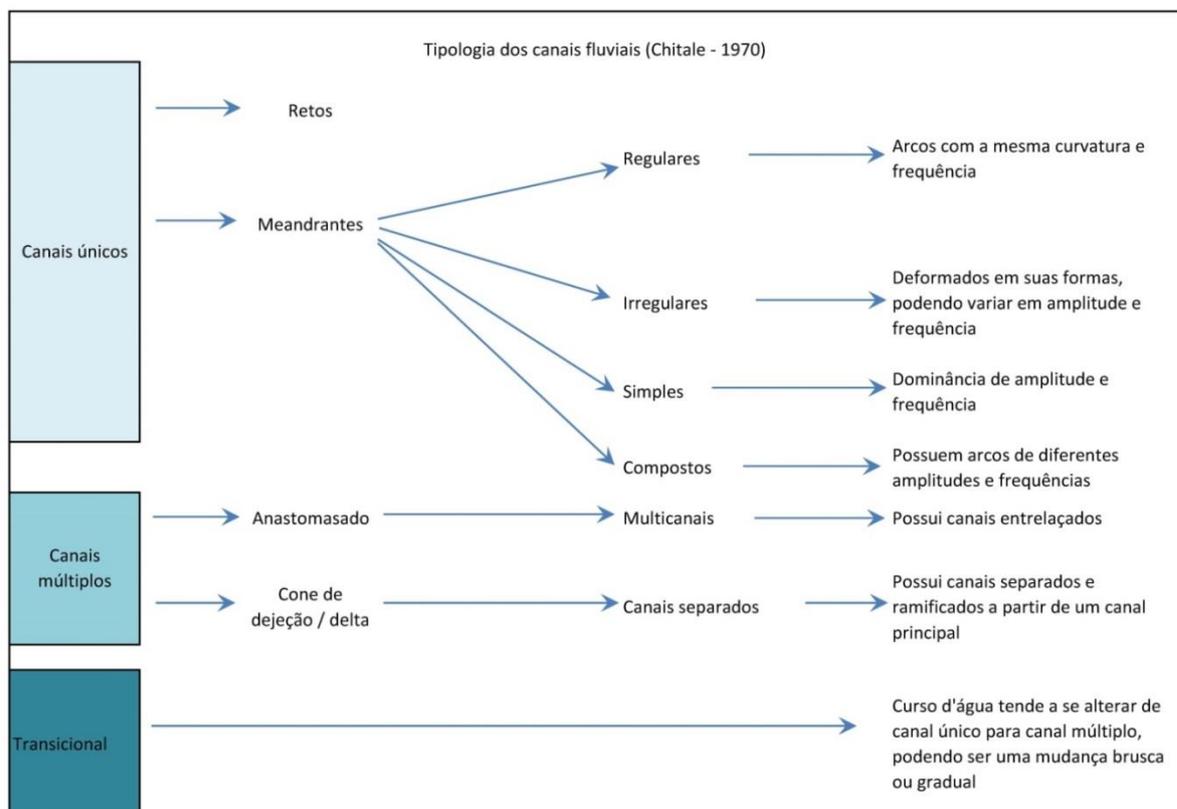
Os tipos de canais fluviais representam mecanismos de ajustagem entre as variáveis implicadas neste sistema geomorfológico, constituindo respostas que se somam e se entrosam com as relacionadas à seção transversal e ao perfil longitudinal dos cursos de água (CHRISTOFOLETTI, pg. 145, 1981).

Primeiramente, deve-se pautar o tipo de canal fluvial que está sendo analisado, pois dependendo da tipologia existente, haverá um resultado distinto à resistência do fluxo e a interação com a carga detrítica que é transportada e

consequentemente depositada ao longo de seu percurso ou em seu destino final. É fundamental ressaltar que este conhecimento é um ponto chave para compreender como a área pode ser ocupada de uma maneira adequada tanto pela natureza, quanto pelo o homem.

Alguns autores fizeram contribuições ao longo do século XX para classificação dos canais, como Leopold e Wolman (1957); Schumm (1963) usou o índice de sinuosidade (comprimento do talvegue *versus* comprimento do vale) e obteve para os canais meandrantos tortuosos o valor de 2,3; para os irregulares 1,8 e para os regulares 1,7; Dury (1969), que realizou uma classificação geral, onde enquadrou os rios como estáveis (retos e meandrantos) e instáveis (anastomosados); e Chitale (1970), um dos primeiros a questionar a tríade na classificação básica, inferindo que a classificação dada por seus antecessores não considerava elementos como a direção e a multiplicidade dos canais e, portanto, não abrangia realmente a todas as tipologias existentes na natureza e observadas em campo, propondo então a seguinte padronização. A Figura 4.2.1-1 foi elaborada para fins de resgate histórico.

Figura 4.2.1-1 – Tipologia dos canais fluviais.

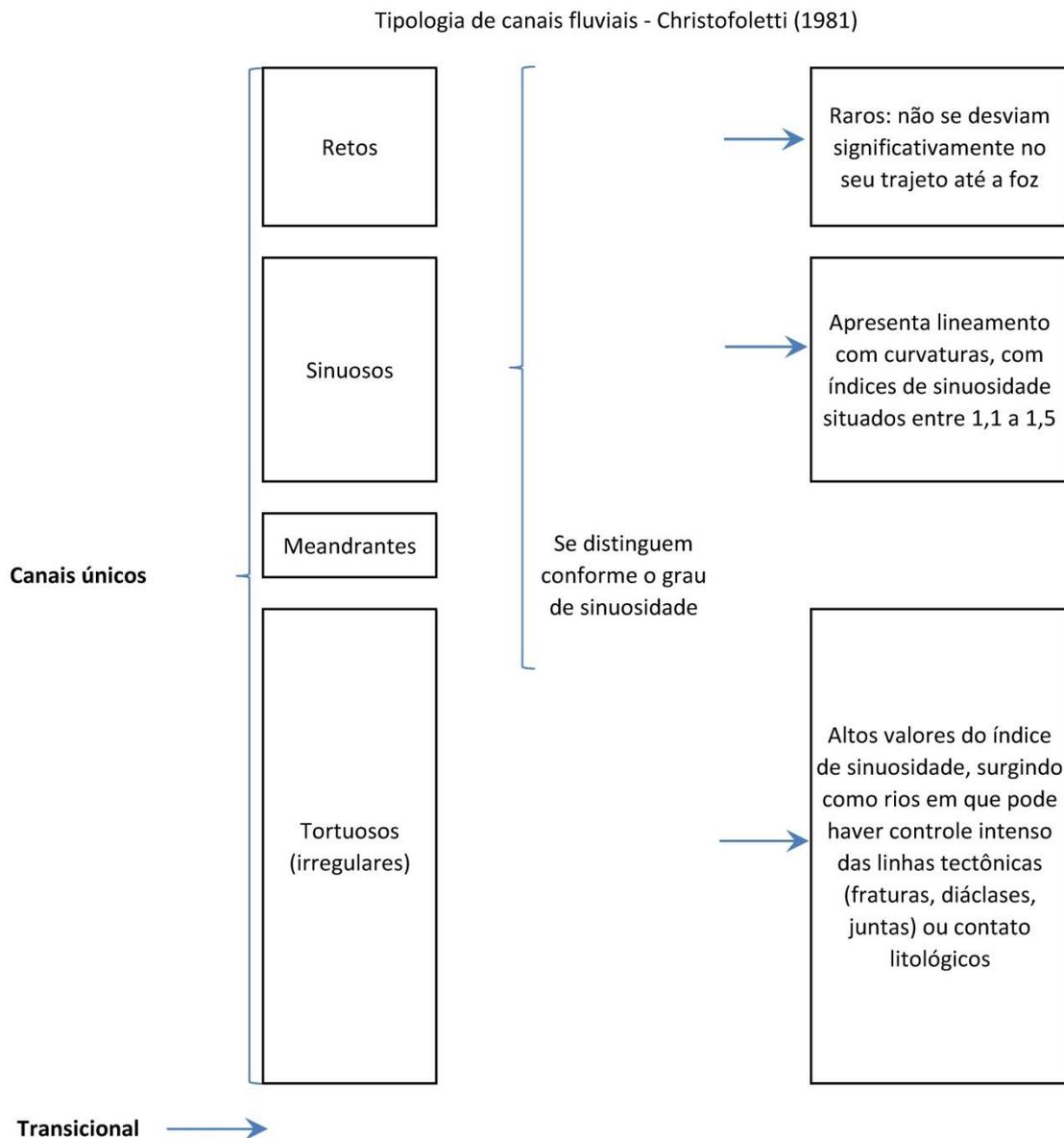


Fonte: Chitale (1970).

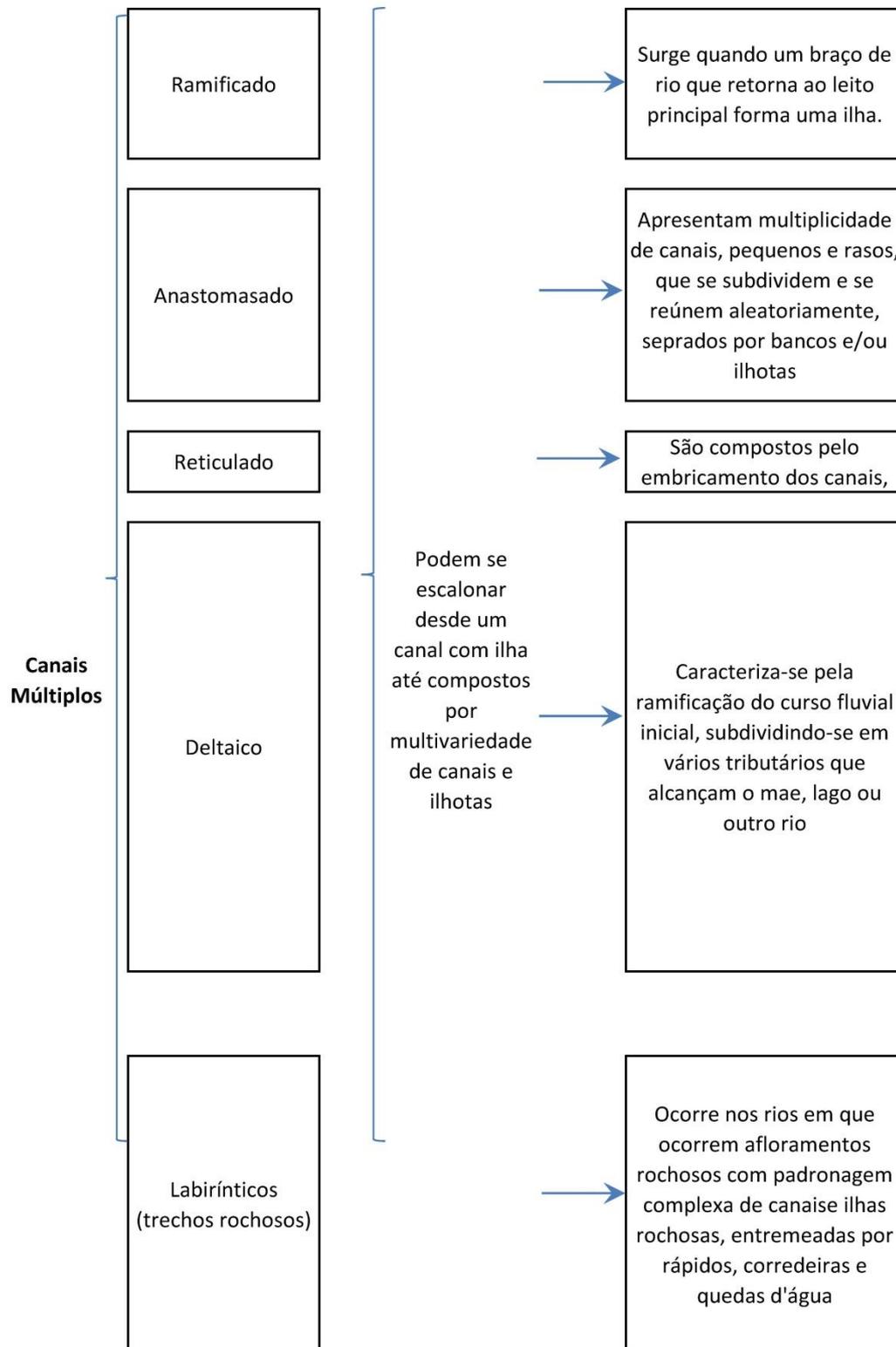
A Figura 4.2.1-1 apresenta a tipologia realizada por Chitale na década de 1970, onde o perfil de canais entrelaçados (anastomosados) ainda não se caracterizava como categoria própria e, portanto, tornou-se necessário apresentar uma classificação condizente com a atualidade.

Dentre tantas formulações sobre a tipologia dos canais fluviais e com a premissa de que suas formas e sinuosidades também estão associadas ao sedimento que é transportado e pelo débito fluvial, Christofolletti (1981), adotou como padrão a seguinte estrutura (Figura 4.2.1-2):

Figura 4.2.1-2 – Tipologia dos Canais Fluviais.



Tipologia de canais fluviais - Christofolletti (1981)



Fonte: Christofolletti (1981).

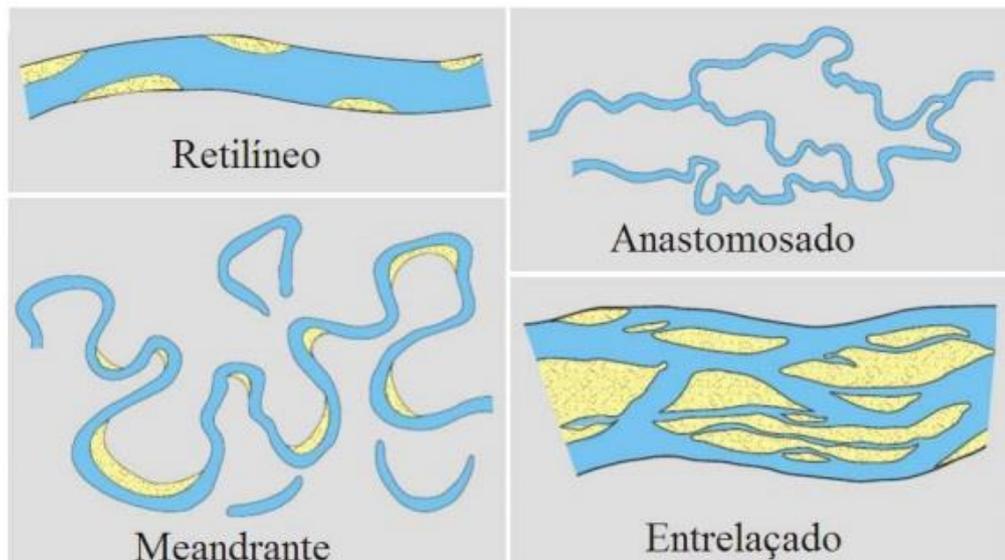
A partir da classificação de Christofolletti (1981), é visível a diferença entre as tipologias dos canais fluviais, devido à inserção da divisão de canais únicos e múltiplos (Figura 4.2.1-2). Para Ricominni (2009), a maioria dos estudos sobre sistemas fluviais adota quatro padrões básicos de canais: retilíneo (restritos a pequenos segmentos de drenagem e distributários deltaicos), meandrante (associados ao clima úmido), entrelaçado (mais comuns em regiões desérticas/secas) e anastomosado (associados ao clima úmido e a presença de vegetação fixa nas margens) (Figura 4.2.1-3). Estes são assim caracterizados em função de sua sinuosidade, grau de entrelaçamento⁴ e em relação à largura e profundidade, conforme apresentado no Quadro 4.2.1-1.

Quadro 4.2.1-1 – Relação entre a sinuosidade e grau de entrelaçamento para os principais tipos de canais fluviais.

Grau de entrelaçamento	Sinuosidade	
	Baixa (<1,5)	Alta (> 1,5)
< 1 canal único	Retilíneo	Meandrante
	Entrelaçado	Anastomosado

Fonte: Modificado de Rust B.R., 1978 apud Ricomini, 2009.

Figura 4.2.1-3 – Principais Tipos de Canais Fluviais.



Fonte: Adaptado de Miall, A. D. (1977 apud RICCOMINI et al., 2009).

⁴ Grau de entrelaçamento – mede o número de barras ou ilhas no canal, por comprimento de onda desse canal, ao longo do talvegue, o que permite definir sua multiplicidade. (Riccomini et al, 2009).

Makaske (2000) reforça a evolução na classificação dos canais fluviais ao tratar sobre rios anastomosados baseado no padrão de canal e na geomorfologia da planície de inundação. O autor diz:

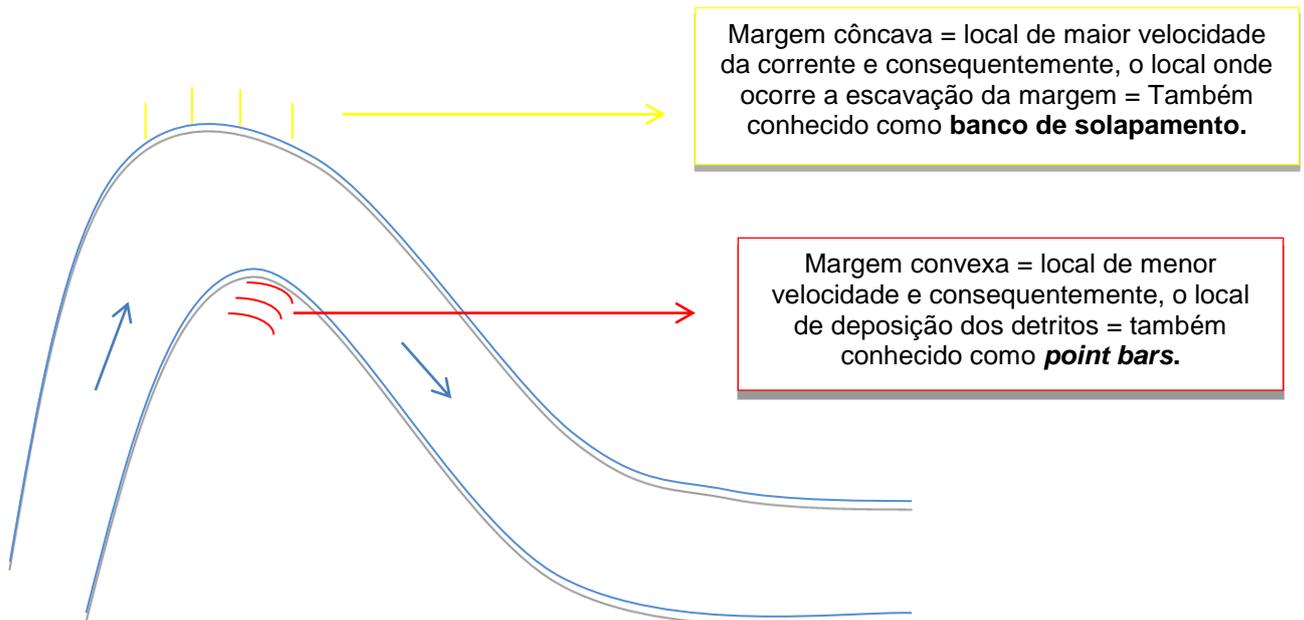
“For a long time, they were frequently confused with braided rivers, which roughly have a comparable planform. Nowadays, the term ‘anastomosing’ is reserved for a type of river with multiple, interconnected, coexisting channelbelts on alluvial plains...”

Desta maneira, um rio anastomosado necessariamente está atrelado à existência de dois ou mais canais interconectados ao longo de uma planície aluvial.

Além disso, ao aprofundar as pesquisas sobre a tipologia do canal fluvial meandrante, verifica-se que foram assumidas duas linhas de abordagem para a explicação desta morfologia fluvial: a primeira é a de que os meandros são uma demonstração e evolução cíclica, se correlacionado com o grau de maturidade do sistema; a segunda se apoia na concepção de que os meandros se formam devido à própria dinâmica do rio que busca o menor esforço (otimização do trabalho) e o melhor caminho para o equilíbrio de suas forças, respondendo, portanto, aos *inputs* recebidos e às barreiras naturais encontradas ao longo de seu caminho. A migração meândrica e o conseqüente abandono de curvas ao longo da área estão conectados à deposição de sucessivos bancos marginais na margem convexa (Figura 4.2.1-4), o aumento de sua amplitude e o estrangulamento dos pedúnculos⁵ (Figura 4.2.1-5).

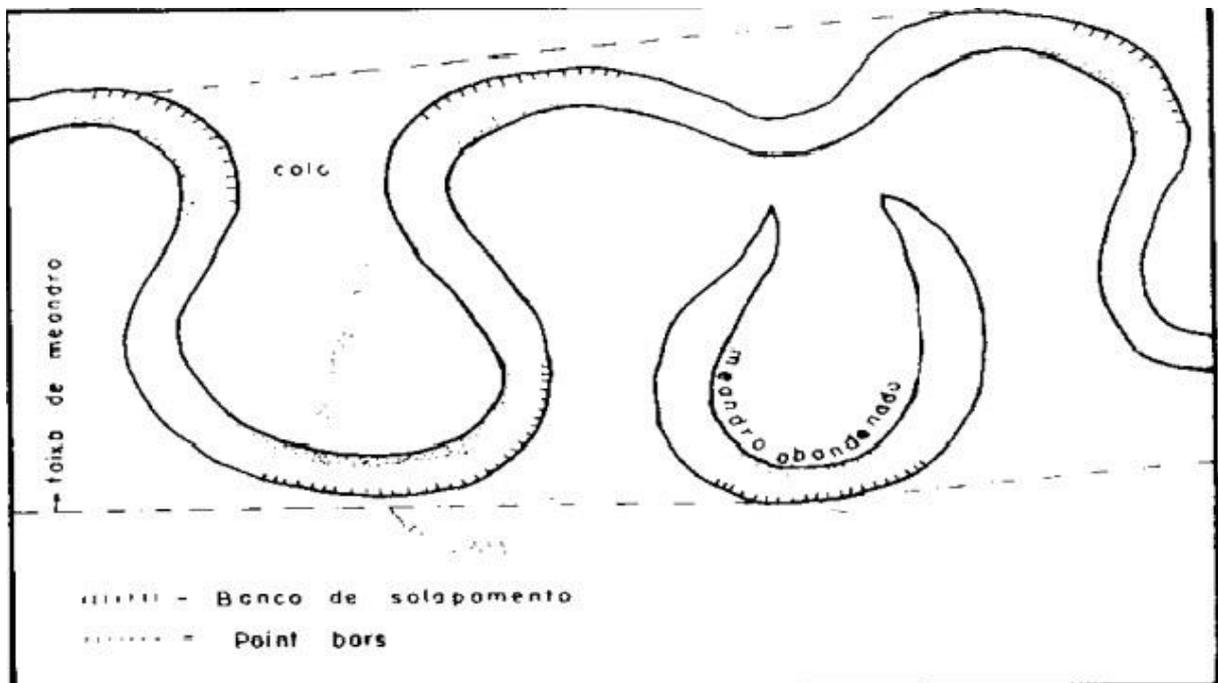
⁵ Colo do Meandro: esporão ou pedúnculo que separa os dois braços de uma curva meândrica. (Christofoletti, 1981)

Figura 4.2.1-4 – Margem côncava e convexa.



Elaboração: Jennifer Terriaga.

Figura 4.2.1-5 – Colo de Meandro (Pedúnculo).



Fonte: Christofletti, 1981.

Esse cenário ocorre, pois, a velocidade da água na superfície é maior do que em profundidade e em associação com a aceleração centrífuga, origina o fluxo helicoidal, carregando, desta maneira, as águas mais violentas (dispersão de energia do rio) para a margem côncava, logo após o eixo de curvatura, e as fracas para a margem convexa. Christofolletti (1981) utiliza a experiência realizada por Friedkin (1945) para exemplificar: no experimento areias verdes e vermelhas foram depositadas no modelo de um canal para demonstrar que somente uma pequena parcela conseguiu atravessar o canal sem ser depositada em alguma margem convexa subsequente a sua erosão, afirmando:

Essa experiência demonstra que os materiais erodidos em uma margem não atravessam o canal, sendo depositados ao longo da mesma margem. Essa afirmação só é válida para o material da carga detrítica do leito, porque o material detrítico em suspensão pode ser espalhado por toda a seção e ser depositado em lugares os mais diversos (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Segundo Christofolletti (1981), para se definir um curso d'água como meândrico, foi definido um índice de sinuosidade, justamente porque era necessário diferenciá-los dos padrões intermediários. O índice baseia-se na relação entre o comprimento do canal e a distância do eixo do vale, tendo o valor de 1,5 (Leopold e Langbein, 1962) como o *start* para a delimitação dos canais meândricos. Além disso, ao classificar a planície fluvial como um sistema aberto, deve-se considerar suas diversas correlações como a largura, curvatura e o comprimento do canal e de seus meandros.

Na teoria davisiana, os meandros são formas presentes nos baixos cursos e significam maturação da paisagem e alcance do equilíbrio no perfil longitudinal. Entretanto, com a conquista de novas pesquisas a ciência concluiu que os meandros são capazes de ser encontrados em qualquer altitude e em rios diversificados com apenas uma condicionante: camadas de granulação móvel firmes.

Concluiu-se por fim que a ondulação produzida é busca do rio pelo menor esforço ao cumprir seu percurso. Christofolletti (1981) diz:

Considerando na perspectiva do equilíbrio dinâmico e no conceito da distribuição no desgaste de energia, entre todos os possíveis tipos de canais o meandro surge como o mais provável, porque minimiza a declividade, o cisalhamento e a fricção.

Didaticamente, pode-se pensar no trabalho do rio como o escoamento de água por uma escada hidráulica, onde o fluído encontrará obstáculos (degraus), que atuam como dissipadores de energia; nesta comparação, a formação dos meandros

são os degraus que possibilitam o maior gasto de energia, da maneira mais eficiente e com um menor esforço.

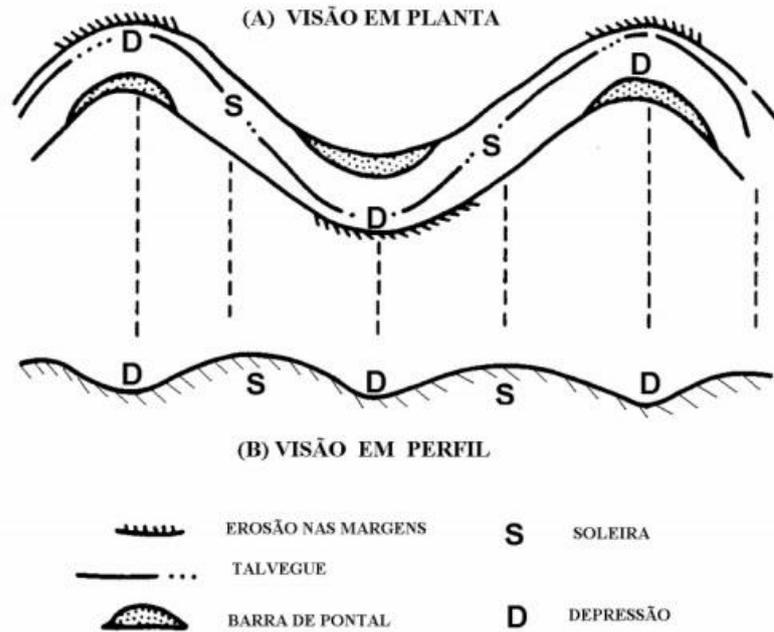
O autor (Christofolletti, 1981) ainda trabalha com a elucidação sobre as transformações sequenciais nos tipos de canais, ou seja, tenta explicar as modulações ao longo da história que se disponibilizaram a mostrar como ocorre o desenvolvimento dos canais nas áreas aluviais como a passagem de um canal reto para um meândrico. Para tanto, dois pontos fundamentais são destacados: a presença de soleiras (porções mais altas, geralmente formadas pelo excesso de material detrítico mal selecionado) e depressões (porção mais baixa contendo sedimentos finos, ou seja, melhor selecionados) (Figura 4.2.1-6), por onde o material de fundo e em suspensão é carregado. Nesta evolução, de canal reto para canal meândrico, quando há aumento contínuo do comprimento do canal, a soleira no canal reto, torna-se um ponto de inflexão mantendo a simetria do canal e as depressões em curvas mantendo a dessimetria do canal; e quando ocorrem alterações na simetria, as depressões do canal reto, sendo então, desenvolvida uma nova distribuição que atende ao padrão meândrico. Porém, é fundamental ressaltar que:

Esta transformação não implica que um canal reto com quatro depressões vá se transformar em canal meândrico contendo apenas quatro depressões. O alongamento do canal poderá criar novas curvas e acrescentar novas depressões, a fim de manter o ajustamento entre as variáveis geométricas do meandramento e conservar constante o espaçamento entre duas depressões sucessivas, como função da largura do canal (CHRISTOFOLETTI, pag. 200, 1981).

O autor também define a planície de inundação como a faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais, bordejando o curso de água, periodicamente inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio, sendo possível acrescentar que esta apresenta morfologia e depósito sedimentar específico diretamente relacionado com os processos do canal que abriga. É possível, portanto, concluir que sua formação é dada tanto pela expansão “lateral” e “vertical” com a sequência de imersão e emersão de sua área, ou seja, há o transbordamento do canal seguido pelo enchimento da bacia de inundação, e, posteriormente, há o esvaziamento da bacia de inundação, devido ao rebaixamento do nível d’água e por último, observa-se o secamento das bacias e modificação nos sedimentos. Em associação a todos esses processos que ocorrem dentro do canal fluvial e possibilitam o transporte de água e sedimentos, e dão a conotação de sua

morfologia, devemos nos atentar ao limite de ocorrência dos processos. Estes ao passarem das margens plenas⁶ do canal, iniciam sua influência na planície de inundação e se correlacionam, devido principalmente aos processos de erosão e sedimentação (Figura 4.2.1-7).

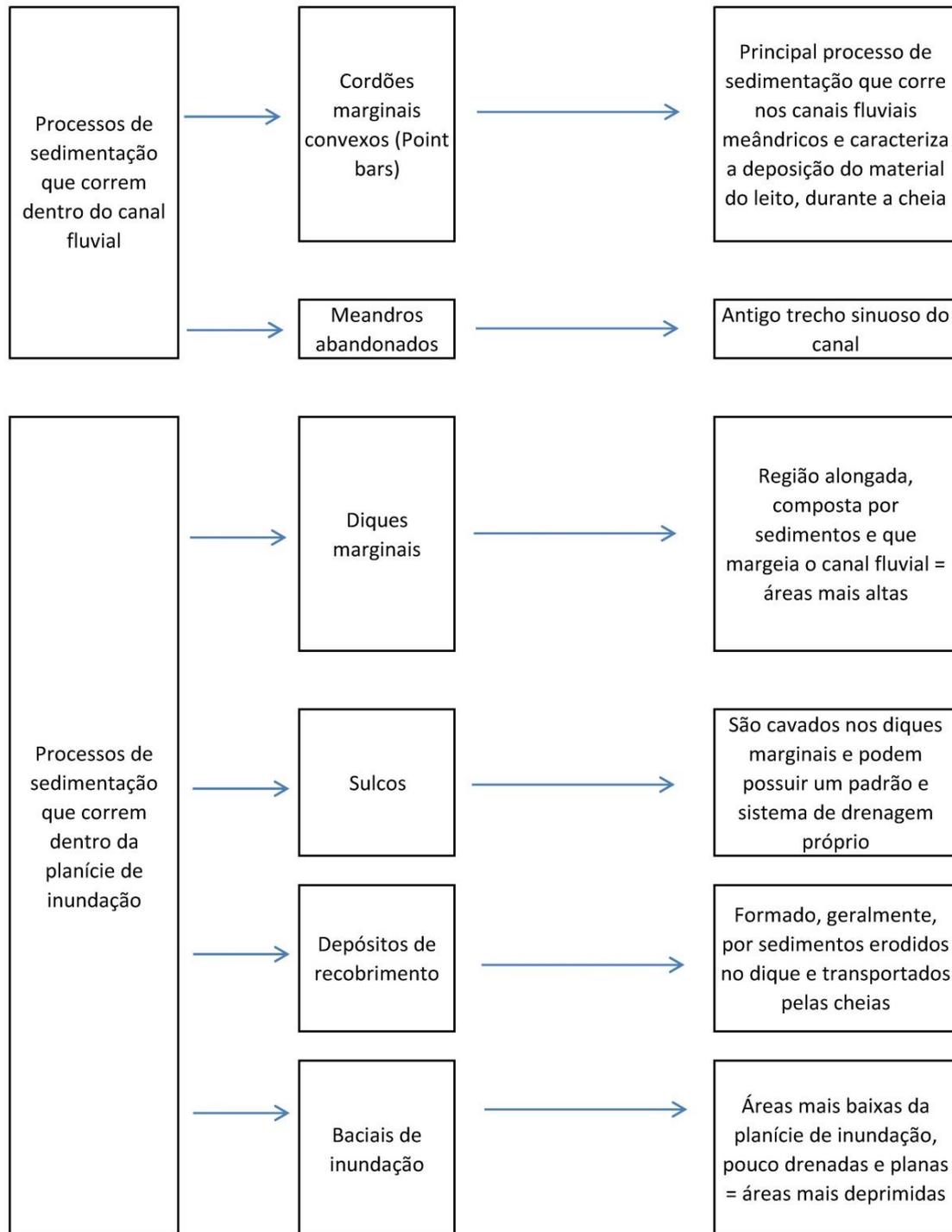
Figura 4.2.1-6 – Soleiras e Depressões no Canal Fluvial Meandrante.



Fonte: Keller e Melhorn, 1978.

⁶ Tradicionalmente, a descarga de margens plenas é definida como a vazão que preenche o canal fluvial na justa medida antes de extravasar em direção à planície de inundação. FERNANDEZ, 2003.

Figura 4.2.1-7 – Processos de Sedimentação.



Fonte: Christofolletti, 1980.

Conforme os diagramas apresentados (Figura 4.2.1-8 e Figura 4.2.1-9), a relação entre o canal fluvial e sua planície de inundação originam formas que se materializam e se distinguem conforme os processos de erosão e sedimentação.

Os principais a serem destacados são:

- Diques Marginais: esse tipo de deposição ocorre quando há transbordamento sobre os bancos, devido a diminuição da velocidade, os sedimentos mais grosseiros não podem ser transportados além deste limite e alimentam os diques, este processo ocorre mais comumente nas margens côncavas;
- Bacias de Inundação: formada com os sedimentos mais finos provenientes das cargas suspensas das enchentes. Suguio e Bigarella (1979), destacam que em regiões de clima úmido estas formas são locais propícios para acumulação de matéria orgânica o que possibilita o desenvolvimento de depósito de turfas. Além disso, correspondente a área mais baixa da planície, sem movimentação topográfica e pouco drenada;
- Terraços: em 1867 McGee, definiu terraço como um plano aproximadamente horizontal limitado de um lado por um terreno mais elevado e do outro por uma escarpa. Para Suguio e Bigarella (1979), os terraços são produtos da erosão fluvial e do encaixamento do talvegue. Nos cursos meandrantés é comum encontrar terraços isolados devido ao deslocamento lateral com a formação de meandros abandonados e se correlaciona com os estudos histórico-geológicos do local, pois geralmente estão ligados a mudanças tectônicas e/ou climáticas, não sendo alcançados por possíveis inundações e transbordamentos, também são considerados como antigas planícies de inundação (LEOPOLD et al., 1964 apud CHRISTOFOLETTI, 1981).

Figura 4.2.1-8 – Processos que ocorrem na planície de inundação de um curso meândrico.

168

J. R. L. ALLEN

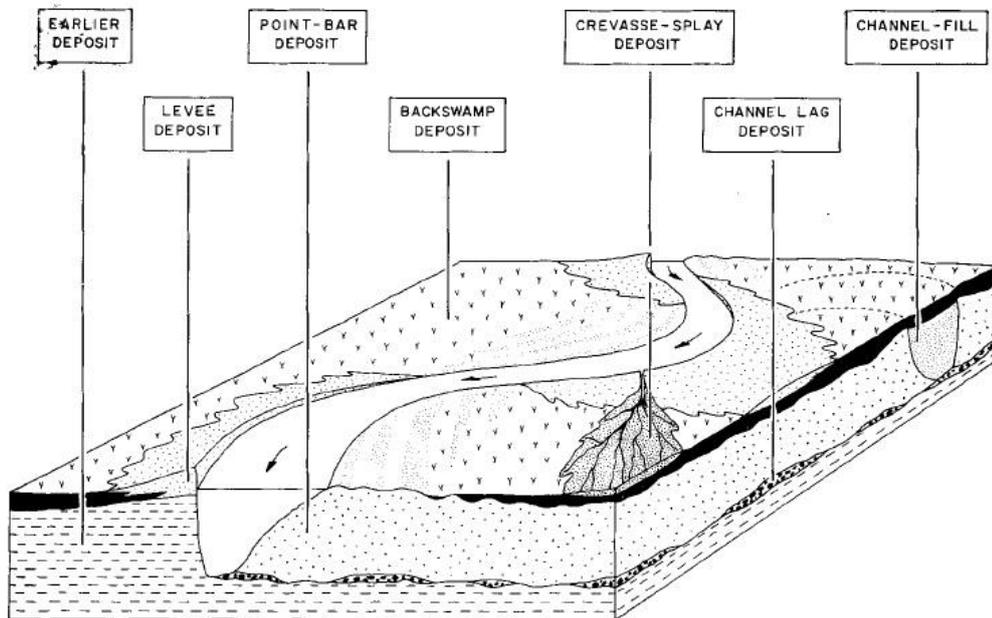
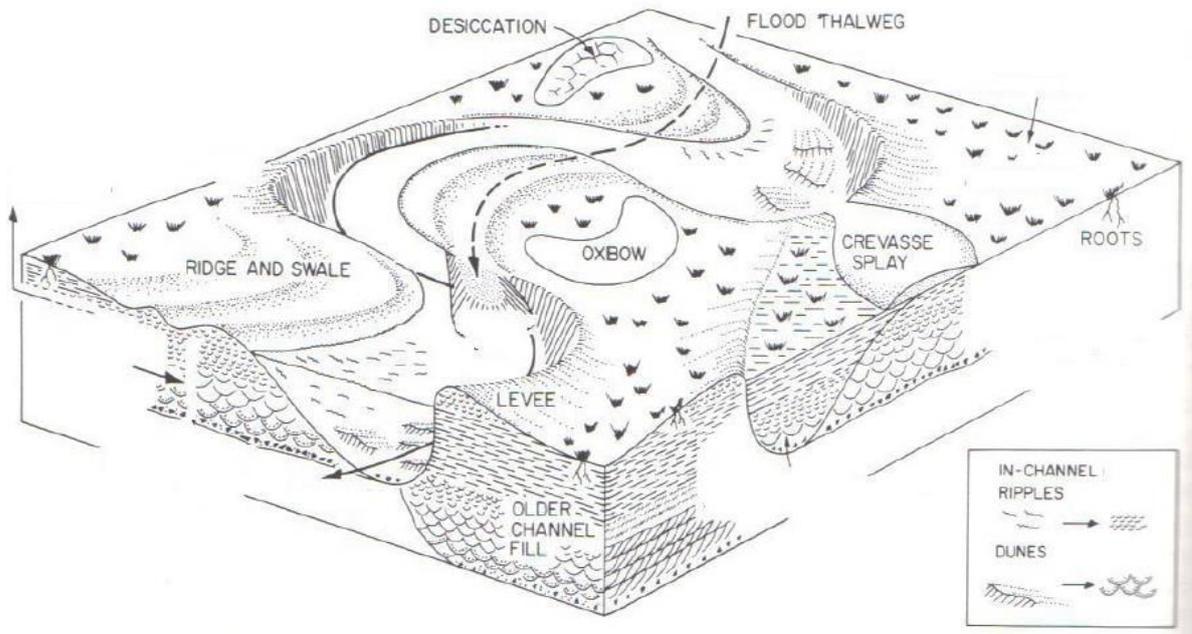


Fig.4. Block diagram illustrating relationship between genetic types of floodplain deposit in idealised floodplain with meandering river.

Fonte: Allen, 1964.

Figura 4.2.1-9 – Diagrama demonstrando os processos na planície de inundação.



Fonte: Allen, 1964.

Conclusivamente, foi possível constatar justamente que a aplicação da Teoria Geral dos Sistemas vai de acordo com a dinâmica de interação entre os dois

sistemas debatidos no texto, sendo de fundamental importância conhecer o limite dos dois e suas áreas de influência para compreender sua formação, morfologia e conseguir classificá-los de uma forma mais fiel ao que ocorre no meio natural.

4.3 Uso e Ocupação da Terra

A caracterização do histórico de uso e ocupação do solo foi realizada com base nos levantamentos de cartas topográficas, fotografias aéreas e ortofotos cedidas e/ou adquiridas de bases oficiais, que possibilitaram identificar a presença de residência, indústrias, etc. Ao longo deste processo, além de ser necessária a elaboração de mapas de acordo com o recorte desejado para a escala da área de estudo, foi também realizada à análise de fotografia aérea com estereoscópio de bolso, o que permitiu visualizar elementos como vegetação, cursos d'água, relevo e presença de instrumentos urbanos como arruamento, edificações, entre outros que possibilitaram a análise.

5 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

5.1 Materiais

Para possibilitar a visualização espacial do objeto de estudo deste trabalho, foi necessário realizar o levantamento de algumas bases de dados cartográficas, fotografias aéreas e imagens de satélite, de maneira que fosse possível transformar e exemplificar a ocorrência dos processos em figuras e mapas, facilitando a compreensão, assimilação e conclusão de alguns questionamentos levantados.

O Quadro 5.1-1 esquematiza as bases utilizadas, seu formato e fonte.

Quadro 5.1-1 – Materiais.

Cartas topográficas			
Formato	Escala	Folha	Fonte
Digital	1:2000	102/16/37	Gegran (1973)
Digital	1:2000	102/33	Gegran (1973)
Digital	1:5000	30-31-31	Sara Brasil (1930)
Fotografia aérea			
Formato	Escala	Faixa	Fonte
Impresso/digital	1:25.000	2140	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2141	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2142	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2143	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2144	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2181	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2182	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2183	Base, 1962
Impresso/digital	1:25.000	2184	Base, 1962
Imagens de satélite			
Formato	Escala	Abrangência	Fonte
Digital	Sem escala	Ocupação Favela Safira	Google Earth, (2016)

As cartas topográficas foram adquiridas por meio do banco de dados da GEGRAN referente ao levantamento aerofotogramétrico de 1973.

As fotografias aéreas foram obtidas através do acervo do AFA – FFLCH/USP (Laboratório de Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto do Departamento de Geografia – USP).

As imagens de satélite foram capturadas do arquivo do Google Earth que se encontra disponível na internet.

Além disso, toda a bibliografia utilizada no decorrer do trabalho foi extraída do acervo da Biblioteca Florestan Fernandes na Universidade de São Paulo, do acervo digital contido no Banco de Teses USP, bem como publicações de artigos científicos ou de veiculação acadêmica disponíveis em meio eletrônico.

5.2 Softwares e Equipamentos

Os softwares utilizados para elaboração deste trabalho foram:

- Pacote Office: edição de textos, tabelas, gráficos;
- ArcGis: desenvolvimento de mapas e figuras;
- Quantum Gis: georreferenciamento e base de dados;
- Google Earth Pro: base de dados e consulta de imagem aérea;
- Estereoscópio: análise de foto aérea.

6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com o Atlas Ambiental da Cidade de São Paulo (São Paulo, 2002), na zona leste até o fechamento do estudo existiam 344 favelas, dos quais 53 núcleos favelares localizam-se especificamente no distrito de São Miguel Paulista, onde muitas ocupam terrenos de várzea propícios a enchentes/inundação⁷, sendo toda região do Jardim Pantanal considerada pelo estudo como a mais crítica .

A Favela⁸ Safira, parte componente do popular Jardim Pantanal, está inserida no município de São Paulo/SP, no distrito Jardim Helena, localizado no extremo leste da região metropolitana de São Paulo, tendo a norte a divisa do município de Guarulhos, a sudoeste o distrito de São de Miguel Paulista, a sudeste o distrito de Itaim Paulista e a leste o município de Itaquaquecetuba (Figura 6-1). É administrada pela subprefeitura de São Miguel Paulista e pertence à Bacia Hidrográfica do Alto do Tietê (BHAT), sendo que de acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos (2012), 23,7% do total desta bacia é ocupada pelo município de São Paulo. As principais vias próximas à Área de estudo são: Rodovia Ayrton Senna e Rodovia Presidente Dutra (norte) e Avenida Marechal Tito (sul).

A área de estudo foi demarcada a partir da delimitação oficial da prefeitura de São Paulo, que por meio do portal Geosampa (2016) disponibiliza informações públicas e georreferenciadas do município sobre diversos assuntos, como os limites de distritos, dados populacionais, equipamentos de transportes, etc. Desta maneira, foi possível encontrar a delimitação exata sobre habitações/edificações no município e delimitar a Favela Safira.

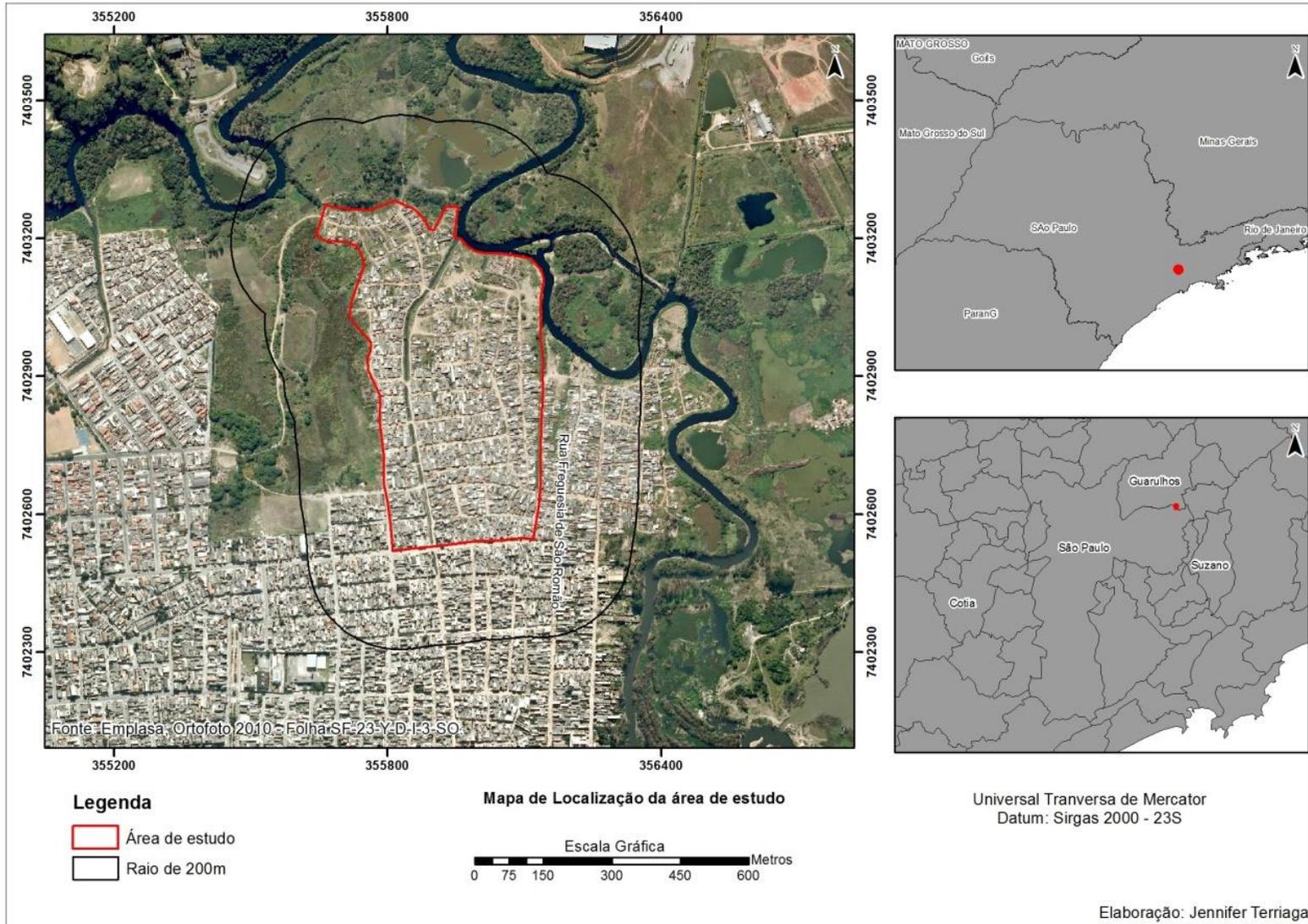
Por fim, foi gerado um raio de cobertura de 200 metros para espacializar e demonstrar o entorno, suas características habitacionais e, além disso, mostrar a disposição do rio Tietê e suas adjacências.

⁷ Inundação: Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio. Fonte: Ministério da Cidade/IPT, 2007.

Enchente: são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar. Fonte: Ministério da Cidade/IPT, 2007.

⁸ Segundo a classificação do IBGE 'favelas' são classificados como aglomerados subnormais, onde deve ser composta por um conjunto de, no mínimo, 51 unidades habitacionais carentes (barracos, casas, etc.), em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e/ou densa. Fonte: Censo Demográfico IBGE, 2010.

Figura 6-1 – Localização da área de estudo.



6.1 Contexto Histórico

Situada no Jardim Pantanal, a área de estudo pertencente ao Jardim Helena, e tem a origem de sua história vinculada à formação, em conjunto com os distritos de São Miguel Paulista e Vila Jacuí, da subprefeitura de São Miguel Paulista no extremo leste da capital de São Paulo. Deste modo, para compreender o desmembramento destes distritos é necessário resgatar um recorte histórico da industrialização e urbanização da cidade e a estrutura social que se desenvolveu conjuntamente com esses dois fatores.

É primordial caracterizar o quadro histórico que permitiu o crescimento da cidade e com isso, o desenvolvimento de diversos processos sociais e econômicos que somos capazes de enxergar até os dias atuais, para que possamos desta maneira, também entender e correlacionar o crescimento da cidade com sua localização e as imposições naturais que estão impostas dentro de sua configuração como o relevo, a geologia e a hidrografia.

O processo de industrialização é destacado como marco inicial para a discussão deste desenvolvimento, onde é possível considerar as relações de trabalho, moradia e economia intrincadas, resultando em um ponto primordial para a capital financeira do país:

As cidades atraem a indústria devido a estes dois fatores essenciais (mão de obra e mercado) e, por sua vez, a indústria desenvolve novas possibilidades de empregos e suscita serviços. Mas o processo inverso também é importante: onde há elementos funcionais, em particular matérias-primas e meios de transporte, a indústria coloniza e provoca urbanização. (CASTELLS, 1972).

Kowarick (1979) relata que até meados dos anos 1930, as empresas detinham para si a responsabilidade de suprir a demanda gerada por seus funcionários em relação à moradia e deslocamento até o posto de trabalho ao construírem vilas operárias próximas às fábricas em bairros como Brás, Belém e Mooca. Obviamente, tal solução só foi possível de ser mantida até a acentuação da industrialização e a necessidade de acréscimo de mão de obra às linhas de produção, o que gerou uma demanda por habitações populares. Como principal resultado, temos a projeção do valor dos terrenos fabris e de suas imediações, o que resulta no recuo das empresas em relação à construção de vilas operárias para seus empregados. Ocorre, portanto, a transmissão desta preocupação para as mãos dos

próprios funcionários e conseqüentemente para o poder público, abrindo margem para o mercado imobiliário entrar em cena como protagonista (Kowarick, 1979).

Neste sentido, Langenbuch (1971) relata que ocorreu uma tendência expansionista exercida pela cidade sobre a periferia⁹ e uma natural intensificação deste processo de pressão, declarando que:

Entre 1915 a 1940 os arredores paulistanos são sujeitos a uma série de processos evolutivos, alguns dos quais já se manifestavam no período anterior e que agora ganham corpo e se consolidam; outros agora se instituem. É neste período que se inicia a verdadeira metropolização. (LANGENBUCH, 1971).

Estes processos ganharam corpo também devido ao contexto político configurado no país, onde Getúlio Vargas direcionou ao país visando enaltecer o setor urbano industrial. Custódio (2012), afirma:

No Brasil as mudanças começaram nos anos trinta no contexto da crise econômica mundial. Getúlio Vargas assumiu o poder e iniciou o processo de “modernização” do país: criação de órgãos e instituições públicas; transferência de recursos do setor agrário-exportador para o setor urbano-industrial; regulamentação da força de trabalho urbana ao criar a carteira de trabalho, o salário mínimo, a previdência privada e as férias; a implantação de uma política nacional rodoviária, objetivando interligar todas as capitais do país.

Após este processo na década de 1930, a expansão industrial e urbana adota as principais obras ferroviárias como linha parâmetro de ocupação, impulsionando outras regiões da cidade além das antigas zonas industriais citadas e o centro, expandindo a mancha urbana e conseqüentemente criando uma área periférica que abriga os trabalhadores órfãos das vilas operárias e que necessitam morar em regiões mais baratas. Langenbuch (1971) cita o binômio loteamento-ônibus para identificar tal movimentação, pois esta se baseia na criação de bairros dormitório, caracterizados principalmente pela autoconstrução e loteamentos irregulares. Este fenômeno se repete com a priorização de rodovias e decréscimo do investimento em ferrovias, alastrando as fábricas a municípios como São Bernardo e Guarulhos.

O importante é ressaltar que cada um desses núcleos, na medida em que se expande, cria, por sua vez, a sua própria periferia, que passa a refletir, talvez ainda de forma mais dramática, os problemas socioeconômicos apontados para a capital. (KOWARICK, 1979).

⁹ Periferia é entendida como aglomerados distantes dos centros, clandestinos ou não, carentes de infraestrutura, onde passa a residir crescente quantidade de mão de obra necessária para fazer girar a maquinaria econômica (KOWARICK, 1979).

Pode-se concluir, portanto, que o desenvolvimento¹⁰ da cidade e a expansão urbana estão diretamente conectados às relações de trabalho vigente em seu contexto capitalista, motivo pelo qual autores como Kowarick (1979) e Pochmann (2001) definem São Paulo como a Metrópole do Trabalho.

Em sociedades industriais e capitalistas, as cidades desenvolvem-se de acordo com as necessidades da circulação de capital e mercadorias, e com a subordinação do trabalho ao capital. Apresentam-se a si mesmas como o lugar no qual os fatores de reprodução e demandas estão concentrados. (LAMARCHE, 1977)

A zona leste teve sua ocupação populacional e residencial diretamente ligada ao processo de industrialização e expansão urbana da capital, pois possuía diversos lotes/fazendas, alguns com maior ou menor grau de isolamento dos domínios aglomerados da cidade ao longo do percurso que interligava São Paulo ao Rio de Janeiro. Isto permitiu a instalação de indústrias, vilas e residências operárias em seu entorno, impulsionada, obviamente, pela crescente especulação imobiliária nas regiões abastecidas por instrumentos urbanos como transporte público, vias pavimentadas, saneamento, entre outros, o que produziu uma conseqüente escassez de terrenos disponíveis e a elevação de custos para permanência em bairros mais abastados, gerando busca e migração para bairros que ainda não eram atendidos por serviços básicos públicos:

As discrepâncias quanto à existência de saneamento básico, de infraestrutura em transportes, iluminação, saúde, educação, registradas entre os bairros das cidades brasileiras, principalmente, nas grandes metrópoles, estão associadas às diferenças nas rendas das famílias. Os bairros onde se registram as mais baixas rendas são sempre os menos bem equipados” (SCARLATO, 1996).

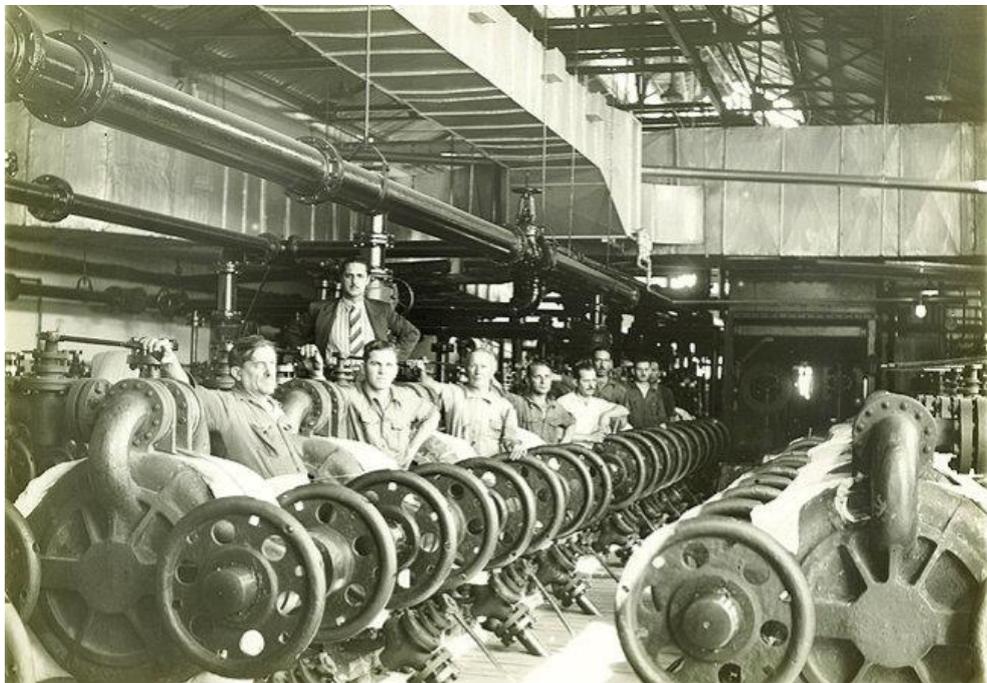
Ainda dialogando com Langenbuch (1971), o início da utilização de São Miguel Paulista como área industrial atraiu novas fábricas e um contingente demográfico, formado principalmente por migrantes de diversos estados do país, para atender suas demandas:

Ora, é notória a tendência de indústria atrair indústria, quer através de inter-relações funcionais a ligar diferentes ramos (ou diferentes etapas produtivas do mesmo ramo), quer através do equipamento energético ou de diversos serviços que as primeiras geraram, quer ainda através das reservas de mão de obra atraída para o local pelas primeiras (LANGENBUCH, 1971).

¹⁰ Entendido por Castells (1972) como a transformação da estrutura social na base de uma sociedade.

No caso de São Miguel Paulista temos a Companhia Nitro-Química (1935) como principal motor desta necessidade, onde para viabilizar sua produção, foi impulsionada a construção de vilas operárias, ocupadas principalmente por migrantes de outros estados e do interior de São Paulo. Para Egute *apud* Tonaki (2013), a Nitro Química (Figura 6.1-1) foi responsável pela implementação de diversos recursos à região, tais como locais de consumo, lazer, ensino e infraestrutura (vias, saneamento, iluminação) e meio de transporte, demonstrando o forte poder de atração e estruturação do espaço urbano gerado pela indústria.

Figura 6.1-1 – Interior da fábrica Nitro Química.



Fonte: Memória Votorantim.

Este processo é denominado como suburbanização industrial por Langenbuch, pois o autor considera que este fenômeno é mais restrito do que a suburbanização residencial; contudo, nas áreas abrangidas uma se relaciona com a outra, e, portanto, nos principais subúrbios industriais que abrigam as fábricas, estas antecedem as residências (Langenbuch, 1971). Associado a isso, temos a construção de ferrovias e rodovias que facilitaram o transporte de cargas, de produção e dos próprios operários que residiam em áreas afastadas e constituíam reserva de mão-de-obra para as fábricas. Neste contexto, o acesso ao distrito foi facilitado pela rodovia Rio-São Paulo de 1922, atual Avenida Marechal Tito, e pela linha de Poá que se interligava com a Estrada de Ferro Central do Brasil (Calmon

Vianna/Poá - Eng. Gualberto/SP) de 1932. Estas duas vias se complementavam, abrindo caminhos essenciais para o desenvolvimento do distrito: é justamente neste movimento de atração de indústrias que, em 1956, parte das terras da região foram ocupadas pela indústria de papel e celulose Papelok, originando novas vilas operárias e moldando o atual território do distrito Jardim Helena.

Além disso, é necessário considerar as variáveis físicas para atração de fábricas à região. Este distrito detinha grandes terrenos planos ainda não ocupados, situados próximos à nova rodovia/ferrovia e ao rio Tietê que lhes fornecia abundância necessária de água, proporcionando condições adequadas para o desenvolvimento de suas atividades como a captação e até possíveis lançamentos de resíduos no corpo fluvial. Para o Atlas Ambiental da Cidade de São Paulo (2002), a forma como se deu o processo de ocupação em São Paulo gerou uma situação de difícil reversão, tais como a supressão de áreas com cobertura vegetal natural, a impermeabilização excessiva do solo, enchentes, erosão, entre outros. Isto se verifica principalmente nas zonas periféricas, caso da área de estudo, pois o índice de ocupação desordenada é maior com a ocupação de áreas verdes e várzeas.

Conclui-se, portanto, que a produção, representada pela industrialização e a crescente necessidade de consumo gerada nos moldes fornecidos pelo capitalismo, propiciam o desenvolvimento de uma cultura urbana¹¹ baseada no processo de acumulação de capital, conseqüentemente, isso influi na especulação imobiliária e na ocupação de áreas de preservação, como as várzeas, que são essenciais para estabilidade e bem-estar do meio ambiente e dos seres que às ocupam.

6.2 Aspectos Geomorfológicos e Geológicos

A área de estudo situa-se, de acordo com Ross e Moroz (1997), no compartimento de bacias sedimentares cenozoicas, mais precisamente na morfoestrutura de pequenas planícies fluviais com a presença de sedimentos arenosos e argilosos inconsolidados que estão passíveis a reacomodações. Para Christofolletti (1980):

A planície de inundação é formada pelas aluviões e por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na vazante, o escoamento está restrito a parcelas do canal fluvial, onde há deposição de parte da carga detrítica com o progressivo abaixamento do nível das águas.

¹¹ Produção de cultura por um sistema específico de relações sociais (CASTELLS, 1972).

Terrenos com estas características são encontrados em todas as unidades morfoesculturais e compõem as partes mais baixas e próximas aos rios, sendo considerados de alta potencialidade em relação à fragilidade ou, em outras palavras, a topografia do leito surge como de natureza deformável e de rápida mutabilidade (Christofolletti, 1980), pois são comumente inundados nos períodos de cheia. O próprio movimento do curso d'água proporciona o ambiente adequado para a deposição de sedimentos aluviais ao longo do percurso com seu período de cheia demarcando o transporte, sendo um motor fundamental para a geologia local e também na modelação do terreno (morfologia).

Para Kleinfelder (1997), as planícies aluviais, representadas em São Paulo, principalmente, pelos rios Tietê e Pinheiros, representam os terraços baixos que estão sujeitos à inundação:

De todas as formas de relevo da região metropolitana de São Paulo, talvez seja esta a que mais sofreu intervenções antrópicas, tanto pelas canalizações efetuadas das drenagens, quanto pela total descaracterização da área de inundações periódicas com sua ocupação urbana e consequente impermeabilização.

Cenário este que também é reforçado pela FUSP (2009), onde se descreve a constituição destes ambientes em associação as constantes inundações e oscilações do lençol freático, culminando em alta erodibilidade dos terrenos.

A litologia da área de estudo de acordo com Coutinho (1980) se caracteriza ao sul pela presença de TQa e ao norte de pEAmg, onde, respectivamente, é possível encontrar argilas, areias e cascalhos da Formação São Paulo, migmatitos e gnaisses graníticos de zonas de movimentação tectônica intensificada.

De acordo com a FUSP (2009), os sedimentos terciários representados neste caso pela formação São Paulo podem ser encontrados entre a barragem da Penha e Itaquaquecetuba e os sedimentos aluviais são constituidores das amplas várzeas tanto do rio Tietê quanto de seus tributários.

Ademais, destaca-se que geralmente sua ocorrência é encontrada entre as cotas de 720-730m com a presença de solos glei húmico e pouco húmicos, caracterizado por ocupar áreas pouco profundas próximas às drenagens, pela presença de minerais, ser hidromórfico e apresentar horizontes A (mineral) ou H (orgânico) acompanhado por um horizonte acinzentado advindo de alterações sofridas pelos óxidos de ferro quando se encontram em ambientes encharcados em grande parte do ano (EMBRAPA, 2017).

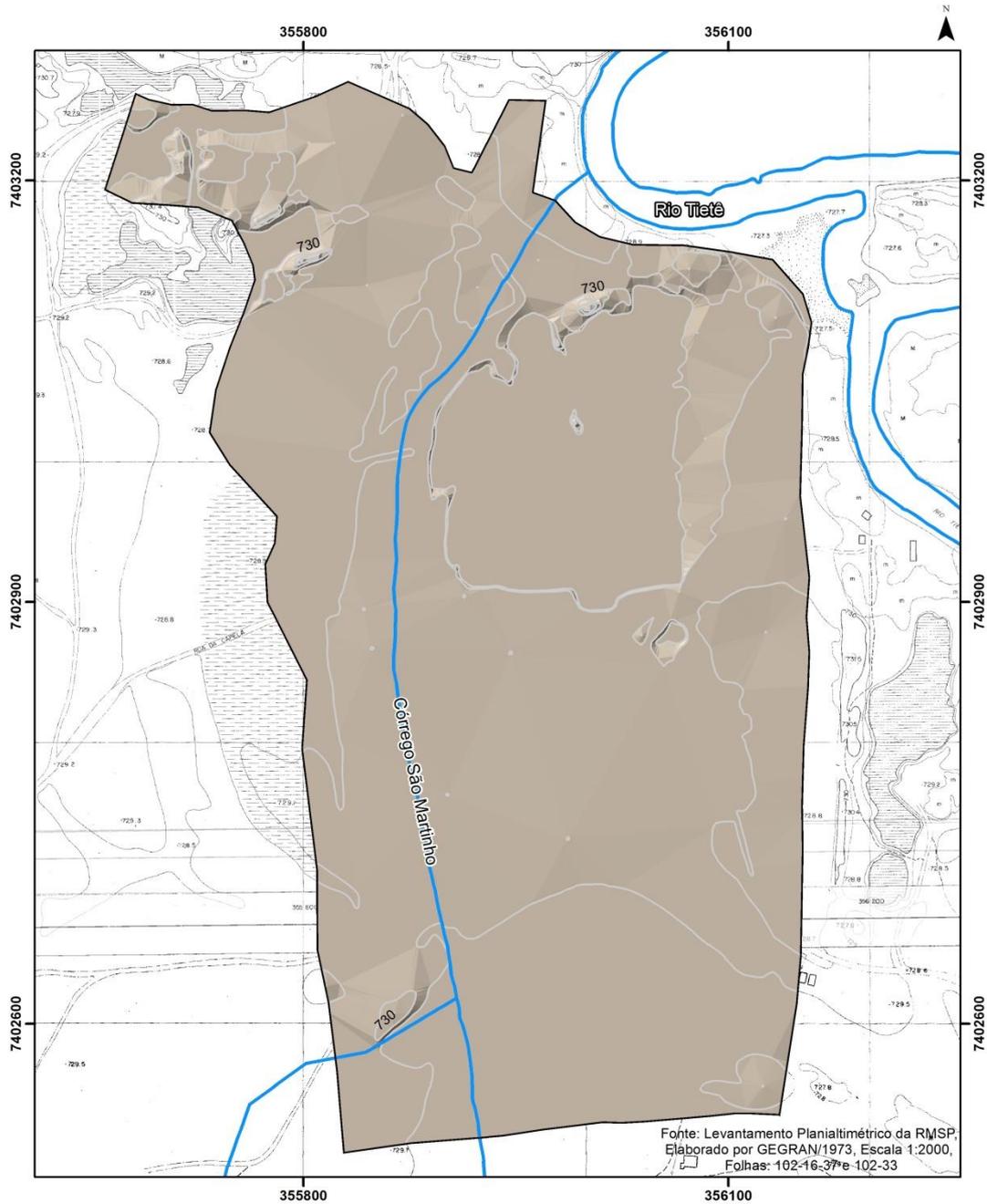
a) Hipsometria

A hipsometria vem para alimentar os subsídios no que se refere ao estudo da topografia, podendo por meio de instrumentos de geoprocessamento, delimitar e desenhar o relevo de sua base ao topo e demonstrar os diferentes níveis existentes ao longo do espaço mapeado, ou seja:

Preocupa-se em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação às faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação às variáveis altimétricas a partir de determinada isoípsa base (Christofolletti, 1980).

Por intermédio da Figura 6.2-1, é possível analisar as características do terreno presente na área de estudo. Situada adjacente ao rio Tietê, a Favela Safira ocupa a região destinada à planície de inundação do canal fluvial, e, portanto, apresenta baixa elevação com poucas variações (726,7 – 732,5 m). Estas variações encontram-se presentes nas porções centrais e nordeste, que abriga uma área alagada, provavelmente alimentada pela presença do córrego São Martinho; e na porção noroeste. Ademais, as variações existentes no terreno aparentam ser suaves e mantém o padrão aplanado.

Figura 6.2-1 – Hipsometria da área de estudo.



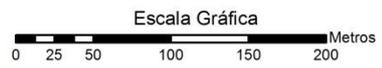
Fonte: Levantamento Planialtimétrico da RMSP.
Elaborado por GEGRAM/1973, Escala 1:2000,
Folhas: 102-16-37 e 102-33

Legenda

- Área de estudo
- Hidrografia
- Curvas de nível

Elevação (m)

726,7 - 732,5



Universal Transversa de Mercator
Datum Sirgas 2000 - 23S

b) Declividade

O mapa de declividade possibilita enxergar e representar os diferentes níveis de inclinação do terreno, o que converge para a definição e localização dos locais adequados para ocupação e uso do solo e, portanto, se caracteriza como uma ferramenta essencial para os órgãos reguladores utilizarem ao realizarem planos, programas e obras.

A Figura 6.2-2 representa a declividade do terreno ocupado pela Favela Safira. A declividade predominante ocorre entre 0,00 e 2,00 graus, e, em complemento a representação da hipsometria (variações apresentadas na Figura 6.2-1), o gradiente acompanha principalmente na porção central, nordeste e noroeste, a linha que bordeja áreas alagadas, expondo declividades entre 10,00 e 30,00 graus, e em que raros pontos atingem 45,00. Desta forma, a inclinação do terreno subsidia sua característica aplanada com pequenas variações em pontos de áreas alagadas.

Figura 6.2-2 – Declividade da área de estudo.



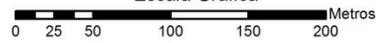
Legenda

- Área de estudo
- Curvas de nível
- Hidrografia

Classes de declividade em graus

- 30,00 - 45,00
- 18,00 - 30,00
- 10,00 - 18,00
- 5,00 - 10,00
- 2,00 - 5,00
- 0,00 - 2,00

Escala Gráfica



Universal Transversa de Mercator
Datum Sirgas 2000 - 23S

6.2.1 Caracterização do Canal fluvial existente na área de estudo

O canal fluvial presente na área estudo é classificado como meandrante, se estabelecendo dentro da classificação de canais únicos. Desta maneira, o trabalho se volta a esta padronização para explicar as ocorrências observadas dentro desta região.

Esta tipologia dentre todas as citadas nas classificações acima, foi a mais estudada pelos cientistas fluviais, devido a sua maior frequência e probabilidade (Christofolletti, 1981). Os canais de padrão meândrico transportam uma maior porcentagem de silte e argila, sendo também importante ressaltar, que a formação de meandros está intimamente ligada às planícies de inundação, se movimentando para as laterais e a jusante, podendo ser comum encontrar meandros ativos e abandonados ao longo de toda extensão da planície, como é possível observar dentro dos limites da área de estudo com a presença de um fluxo meandrante (centro) e uma paleocanal (sul). Tal situação é melhor ilustrada na Figura 6.5-2 no capítulo 6.5 de Uso e Ocupação da Terra.

6.3 Pluviometria

O posicionamento geográfico é fundamental para compreendermos a dinâmica climática recorrente no cotidiano da população paulistana. O estado de São Paulo é cortado pelo trópico de capricórnio, e é atingido por um fluxo considerável de energia ao longo de todo o ano que em confluência com sua posição latitudinal proporciona uma alta disponibilidade de radiação solar e favorece movimentos convectivos. Segundo Nunes et. al. (2009), isso influencia no volumoso índice irregular de precipitação, elevada evaporação nos setores norte e continentais, e, participação nas condições anticiclônicas, o que condiciona uma variabilidade climática única que oscila entre o tropical e intertropical. Conforme Nunes et. al. (2009):

A região sofre a influência de diversos fenômenos de grande escala, e os impactos de alguns deles, como os eventos El Niño e La Niña, são parcialmente conhecidos. A região parece sensível a outros processos, cujas interpretações não são totalmente esclarecidas, como a oscilação decenal do Pacífico.

A disponibilidade de umidade e a variabilidade de temperatura podem ser explicadas, devido sua continentalidade/maritimidade, ou seja, proximidade ao oceano Atlântico.

Para compreender alguns aspectos da área de estudo, é fundamental ressaltar que a chuva é um importante fator na discussão, sendo causada a priori pelo posicionamento intertropical de São Paulo, por sua topografia e por último, pelos movimentos atmosféricos, onde no verão há uma estação destacadamente chuvosa com a presença de frentes frias e de zonas de convergência do atlântico sul, e no inverno há controle de mesoescala, o que resulta em uma diminuição da precipitação:

Acompanhando o ciclo anual da chuva, observa-se uma das características mais marcantes do clima tropical da América do Sul durante o verão: a presença de uma banda de nebulosidade e chuvas com orientação noroeste-sudeste, que se estende desde a Amazônia até o sudeste do Brasil e, frequentemente, sobre o Oceano Atlântico Subtropical[...], convencionou-se chamar de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (CARVALHO e JONES, 2009).

No fatídico dia 08 de dezembro de 2009, quando alguns bairros do extremo leste da capital paulista, dentre eles, o 'Jardim Pantanal', tornaram-se manchetes devido ao transbordamento do rio Tietê, o ano estava sob influência do El Niño. Este fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical (CPTEC/INPE, 2017), pode afetar o clima em escala regional e global e, portanto, os processos de troca de energia e umidade entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera adjacente a ele, provocam mudanças nos padrões de transporte de umidade, ocasionando variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas (OLIVEIRA, 1999).

No sudeste, o que principalmente ocorreu em dezembro de 2009, foi o aumento da temperatura média, associada às chuvas, passagens de frentes frias e à zona de convergência do atlântico sul, aumentando o volume das precipitações. De acordo com o CPTEC/INPE (2009):

Dezembro foi marcado pela ocorrência de temporais que causaram sérios transtornos à população da Região Sudeste do Brasil. As chuvas também excederam a média histórica na maior parte das Regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Por outro lado, os setores norte e leste da Região Nordeste e o norte do Espírito Santo foram os mais afetados pela falta de chuvas, principalmente no decorrer da primeira quinzena, devido ao posicionamento dos Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN).

Além de São Paulo, conforme Alvarenga (2012), outras regiões do sudeste como o sul de Minas Gerais, sofreram com os adventos da precipitação devido à influência da ZCAS, o que ocasionou o rompimento de lagoas na região e transbordamento do Ribeirão Campinas na cidade de Perdões.

De acordo com o histórico de eventos de chuva disponibilizado pelo SAISP (2017), entre os dias 07/12 e 09/12 de 2009, foi observado nas leituras das cartas sinóticas de altitude, configurações típicas de verão no hemisfério sul, onde evidencia-se a alta da Bolívia bem marcado e um vórtice ciclônico de altos níveis sobre o litoral do nordeste. O documento destaca que:

Este tipo de configuração dá suporte para advecção de umidade proveniente do sul amazônico. Um cavado que se organizou desde um centro de baixa pressão deu início a um episódio de Zona de Convergência de Umidade, que se estende desde o Norte até o litoral de SP. Este tipo de configuração tipicamente é responsável por chuvas de intensidade moderada e com persistência de alguns dias. Além disto, a intensidade das mesmas normalmente se intensifica entre a noite e madrugada. Este sistema provocou chuvas com estas características, gerando acumulados significativos em toda a RMSP.

Ainda de acordo com o relatório do SAISP, a chuva iniciou-se às 14h03 do dia 07 e cessou às 00h09 do dia 09/12 de 2009, tendo picos ao longo da madrugada do dia 08/12/2009, o que ocasionou extravasamento das redes telemétricas de monitoramento.

A seguir, segue a análise dos dados obtidos referente às medições pluviométricas fornecidos pelo DAEE (2017) e também gráficos que exemplificação os períodos anuais de 2009/2010 e 1995/1996 (Tabela 6.3-1).

Tabela 6.3-1 – Histórico pluviométrico – Estação Monte Belo – E3-091.

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total Acumulado
1986	155,6	272,9	193,4	77,1	120,5	3,3	31,6	106,3	37,7	53,7	122,8	370,3	1545,2
1987	364,9	198,5	139,1	128,6	227,2	174,6	4,9	16,6	61,3	62,8	84,4	149,7	1612,6
1988	305,2	138,4	208,2	182,0	144,4	29,2	0,6	0,4	34,0	159,5	70,6	344,6	1617,1
1989	348,5	245,8	125,4	55,0	39,5	57,5	169,6	34,2	77,9	52,8	47,8	136,6	1390,6
1990	248,9	146,0	260,6	73,6	84,0	21,8	110,6	47,4	72,2	95,6	64,3	109,4	1334,4
1991	302,6	281,9	306,0	117,6	33,2	65,3	20,9	46,7	73,2	139,6	105,5	137,3	1629,8
1992	218,0	183,0	258,6	80,3	72,9	4,6	36,3	23,4	116,4	155,4	165,1	193,7	1507,7
1993	183,5	269,8	217,9	64,5	80,7	57,9	12,8	31,4	201,4	90,2	83,5	150,9	1444,5
1994	249,3	246,2	191,3	89,0	50,1	37,4	27,1	3,1	2,2	61,9	160,0	227,8	1345,4
1995	318,2	322,2	225,0	46,7	41,6	36,3	73,3	15,2	48,6	216,5	143,7	238,2	1725,5
1996	353,5	230,8	249,8	65,9	24,1	32,4	3,4	27,6	122,9	145,6	72,5	210,3	1538,8
1997	348,1	160,1	77,6	39,9	75,3	98,1	6,1	22,0	111,0	--	166,6	163,7	1268,5
1998	148,0	238,7	169,0	69,9	117,1	11,3	6,4	34,0	110,9	168,1	33,8	169,9	1277,1
1999	222,8	344,8	163,9	47,0	30,0	84,5	19,5	1,6	65,2	51,0	93,4	145,4	1269,1
2000	385,3	206,8	99,0	51,2	5,3	10,5	59,6	75,6	45,2	20,1	280,8	208,7	1448,1
2001	95,6	191,2	189,6	60,0	47,0	11,0	17,1	25,4	47,9	222,5	99,4	259,4	1266,1
2002	340,4	167,2	247,9	46,9	118,8	2,2	22,9	24,7	47,3	108,3	141,1	155,2	1422,9
2003	218,7	180,5	173,8	46,6	23,2	12,2	25,2	15,5	27,3	111,2	165,0	115,0	1114,2
2004	176,7	259,5	115,4	92,8	73,8	79,3	80,5	1,6	61,5	129,1	166,3	126,1	1362,6
2005	227,2	195,0	142,2	31,1	128,0	28,4	19,6	5,5	84,3	163,7	58,7	195,7	1279,4
2006	222,9	257,4	313,8	51,2	16,4	20,3	69,3	2,3	63,4	104,6	149,2	191,8	1462,6
2007	169,6	61,1	206,1	46,5	69,5	21,9	111,9	0,1	1,6	59,8	216,9	118,1	1083,1
2008	354,3	177,1	131,9	151,3	66,7	62,4	0,0	75,3	24,9	124,3	114,9	104,3	1387,4

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total Acumulado
2009	180,7	108,6	125,8	52,9	59,5	37,3	145,0	67,6	139,4	206,1	162,1	370,4	1655,4
2010	482,2	181,2	203,0	73,9	38,4	23,1	50,0	0,0	62,9	21,1	86,5	254,8	1477,1
2011	255,5	188,2	132,2	127,8	14,2	44,0	3,1	11,9	21,4	162,2	127,8	172,6	1260,9
2012	341,4	158,0	198,0		44,8	192,0	52,6	0,0	18,4	95,7	135,7	287,7	1524,3
2013	349,3	209,7	147,0	64,5	29,5	107,3	47,4	3,8	49,0	116,3	126,1	86,0	1335,9
2014	222,5	88,8	149,8	147,1	37,1	0,1	29,7	18,7	54,6	9,2	125,6	190,9	1074,1
2015	115,2	266,5	118,8	72,0	40,1	21,2	55,0	9,9	118,8	59,3	213,8	323,6	1414,2
2016	275,7	213,9	257,1	0,2	90,7	181,4	6,4	48,9	26,6	184,6	115,2		1400,7
Média 30 anos	263,9	206,1	185,1	75,1	65,9	50,6	42,5	25,7	65,5	111,7	125,8	196,9	1414,8
Máxima Últimos 30 Anos	482,2	344,8	313,8	182,0	227,2	192,0	169,6	106,3	201,4	222,5	280,8	370,4	1725,5

Fonte: DAEE, 2011.

A estação meteorológica selecionada para representar e caracterizar as médias mensais e anuais, referentes à precipitação na área de estudos, foi a estação Belo Monte (E3-091) em Itaquaquetuba, município vizinho a São Paulo e conseqüentemente a área de estudo que se situa em uma região de divisa entre São Paulo, Guarulhos e Itaquaquetuba. Mesmo se encontrando a 4km de distância e podendo não representar tão fielmente as ocorrências dentro do Jardim Pantanal, essa estação se mostrou como a mais completa possuindo uma linha histórica completa dos últimos 30 anos, sendo mais representativa do que a estação de São Miguel Paulista (N. Química) que disponibiliza dados apenas até o ano de 1969, e a estação de Santana, que encontra-se a 30 km de distância, o que comprometeria ainda mais a relação entre distância, barreiras naturais e a representatividade dos dados. Portanto, a estação de Itaquaquetuba é a única no entorno mais próxima a atender aos pré-requisitos para se estabelecer uma normal histórica (30 anos de dados).

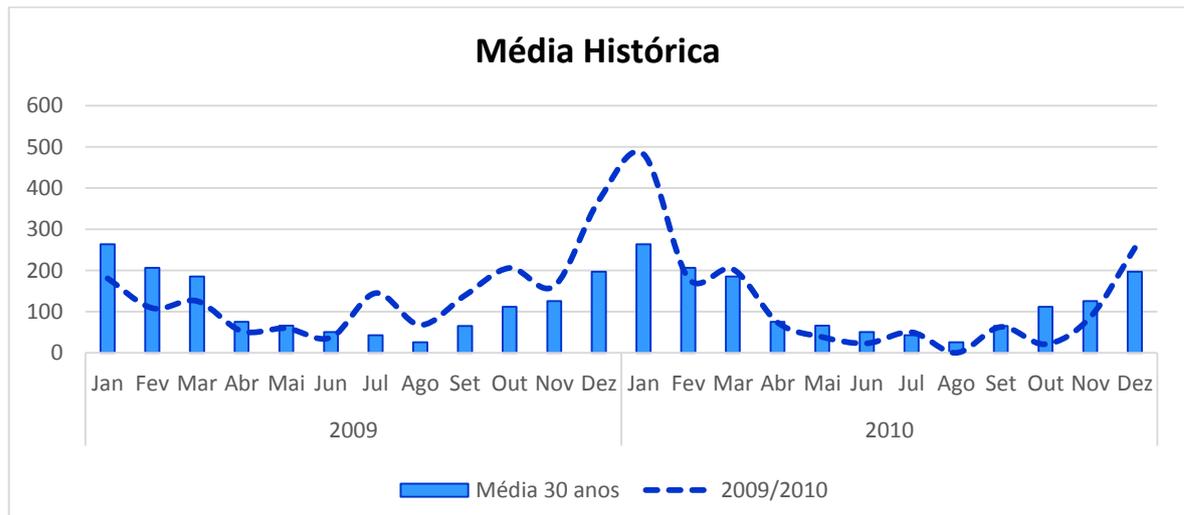
Como é possível observar na Tabela 6.3-1, foram consideradas as informações mensais dos últimos 30 anos (1986/2016), sendo gerados seus totais acumulados e a média histórica, referentes a cada mês e ano e, conseqüentemente, foi possível gerar a média máxima mensal e anual deste ciclo histórico. Posteriormente foram destacados na tabela os meses e anos onde a precipitação ultrapassou os valores médios.

Somente a partir desta esquematização é possível verificar e confirmar as informações contidas no texto acima, onde o CPTEC/INPE (2009) destaca a ocorrência de ZCAS e altos índices de precipitação no verão de 2009 onde ocorreu um dos principais casos de inundação no Jardim Pantanal. De maneira clara, os dados mostram que no ano de 2009 o volume de precipitação permanece acima da média desde o mês de julho obtendo suas máximas entre dezembro/2009 (370,4) e janeiro/2010 (482,2) (Gráfico 6.3-1). Em um recorte recente, enxergamos um cenário parecido somente no ano de 1996/1997, onde o volume de precipitação se mantém acima da média desde o mês de agosto/1996 até janeiro/1997.

Ao analisarmos a média histórica de cada mês nos últimos trinta anos e interpolarmos com a linha de registro pluviométrico referente aos anos de 2009 e 2010, é possível confirmar que houve um aumento gradual da precipitação. Essa aumenta gradativamente desde o mês de julho/2009 até atingir seu pico máximo entre os meses de dezembro/2009 e janeiro/2010, período de ocorrência de uma

das maiores inundações que a área de estudo já sofreu nos últimos anos, o que converge com a explicação do CPTEC/INPE (2009), onde se destaca o aumento da temperatura média associada às chuvas, passagens de frentes frias e influência da zona de convergência do atlântico sul.

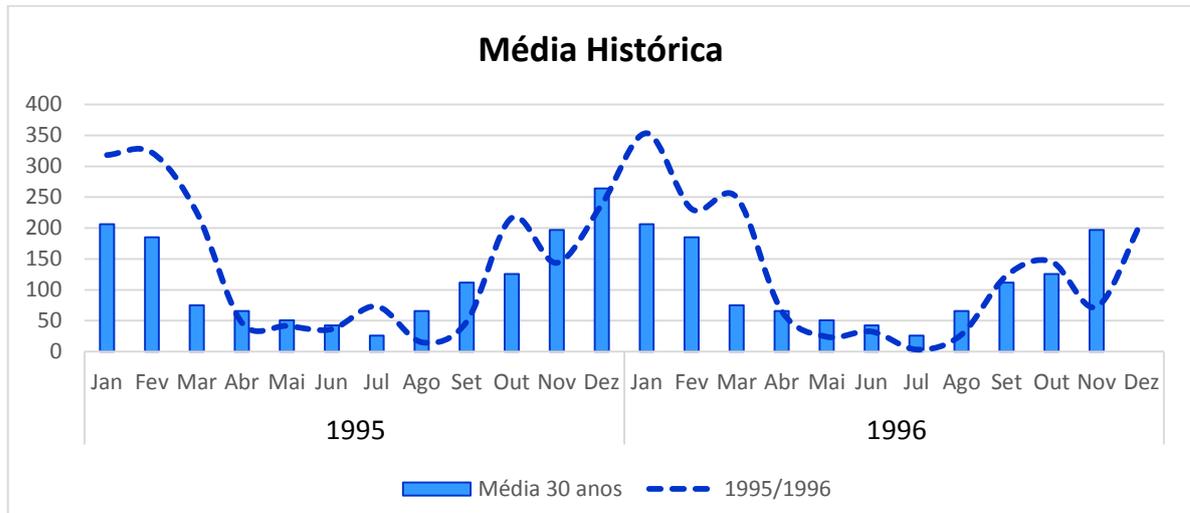
Gráfico 6.3-1 – Média histórica 2009/2010.



Fonte: DAEE, 2017.

O Gráfico 6.3-2 com a interpolação entre a média histórica e a linha de registros pluviométricos dos anos de 1995 e 1996, possui uma situação similar a de 2009/2010; pode-se verificar que a partir do mês de outubro ultrapassa-se a média histórica, convergindo para picos entre os meses de dezembro a março (verão), tipicamente chuvosos e de temperaturas elevadas dentro de uma região normalmente afetada por fenômenos climatológicos como as ZCAS.

Gráfico 6.3-2 – Média histórica 1995/1996

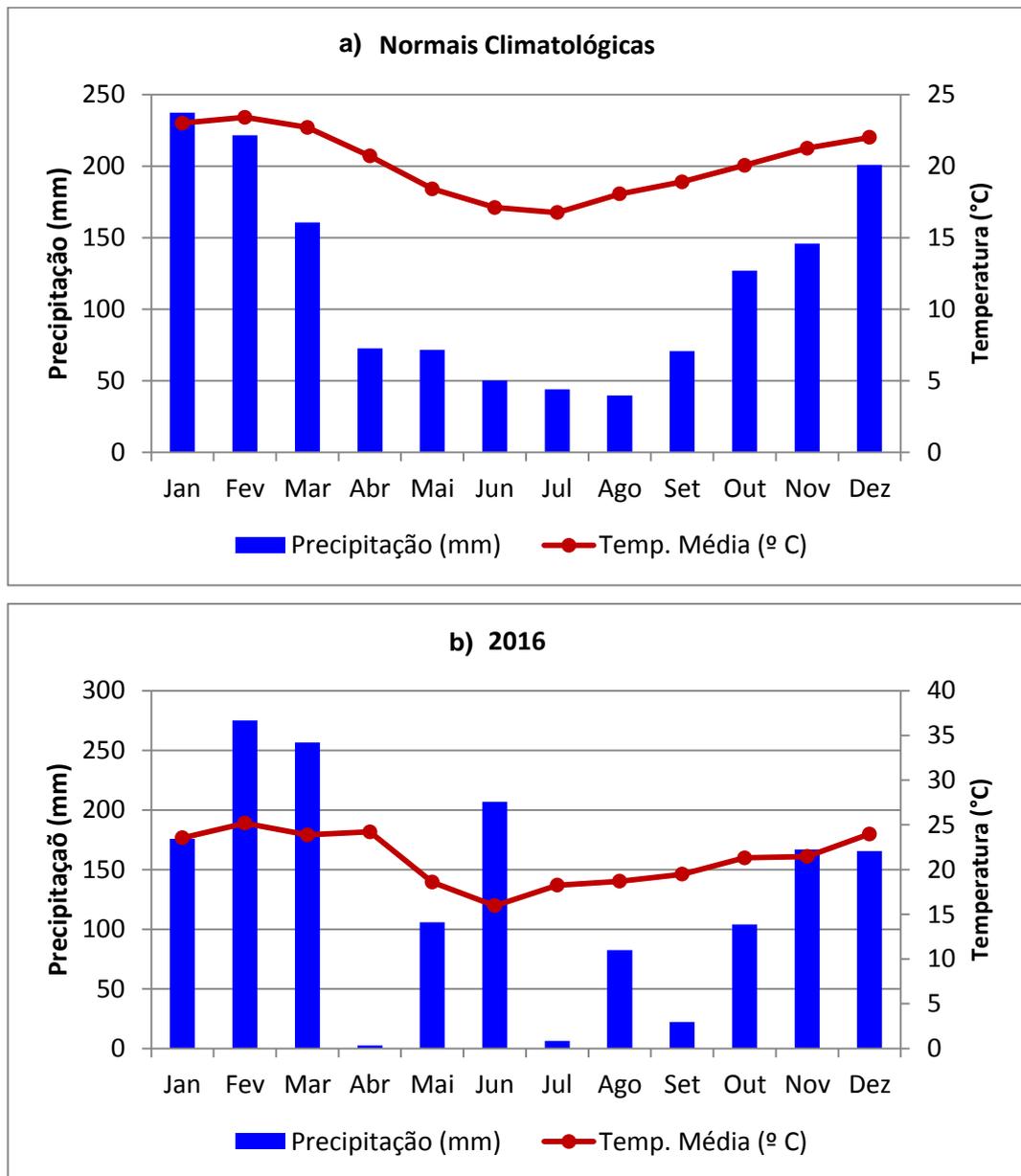


Fonte: DAEE, 2017.

Não haviam dados válidos em estações mais próximas à área de estudo. Por meio dos dados fornecidos pela medição do Mirante de Santana, disponibilizados pelo INMET (2017), é possível verificar o comportamento e a interação entre a precipitação e a temperatura no município de São Paulo dentro do período da normal climatológica¹² e com foco no ano de 2016, como mostra o Gráfico 6.3-3 b). Torna-se evidente que a temperatura se mantém na estação de verão entre 20 e 25°C, conforme Gráfico 6.3-3 a). Essa variação de temperatura ao longo do ano com elevação no período de outubro a março e diminuição tanto de temperatura quando de chuva no período de abril a setembro decorre da característica tropical da região.

¹² A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos. Fonte: INMET, 2017 <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>

Gráfico 6.3-3 – a) e b) – Climogramas.



Fonte: INMET, 2017.

6.4 Histórico de Inundações

O histórico de inundações foi elaborado de acordo com o resgate histórico de reportagens e trabalhos acadêmicos, e buscou demonstrar de forma objetiva as ocorrências de inundações dentro da área de estudo.

a) 1997:

De acordo com Egute (2016), em 1997 os moradores do Jardim Pantanal sofreram com diversas enchentes ao longo de todo ano. A partir deste episódio o

Governo do Estado, propôs remover cerca de 20 mil pessoas para novos conjuntos habitacionais até o final de 2001;

b) 2009/2010:

Na passagem de 2009 para 2010 a região foi acometida por mais uma inundação, esta, entretanto, perdurou por cerca de três meses. De acordo com relatos dos moradores, extraído de reportagens e documentários, o episódio ocorrido em dezembro de 2009, onde os bairros da região permaneceram meses inundados, foi agravado não somente por fatores climáticos, como as ZCAS, El Niño e passagens de frentes frias, mas sim pela abertura da represa de Mogi das Cruzes e pelo fechamento da Barragem da Penha, o que controlaria a entrada e saída do volume de água na região entre os dois pontos. Uma das justificativas, confirmada em entrevista pelo Engenheiro José Sérgio do Departamento de Água e Energia Elétrica em 2009, foi à tentativa de controle e amenização do impacto na marginal Tietê e em outros pontos da cidade, o que acarretaria pontos de alerta por toda São Paulo, entretanto, mesmo com esta decisão a via foi atingida pela cheia do rio. Em contraponto, Aluísio Canholi, engenheiro responsável pelas obras da gestão em que ocorreu o episódio, ressalta que a diferença de nível (12 m) entre a região e a barragem da Penha, não permite que exista capacidade para agravar as cheias. Para Júlio Cerqueira César Neto, Professor Titular da Escola Politécnica, as questões relacionadas às enchentes no Jardim Pantanal, não podem ser minimizadas apenas ao debate do fechamento da barragem da Penha, deve-se considerar a função natural do local, uma planície de inundação e, além disso, o rio Tietê na área a montante da barragem da Penha ainda não passou pelo processo de retificação e possui sérios problemas em relação à administração do Estado (Foto 6.4-1 e Foto 6.4-2).

Foto 6.4-1 – Moradores em bote no Jardim Pantanal.



Fonte: O Globo (2009).

Foto 6.4-2 – Bombeiros realizando atendimento a população no Jardim Pantanal.



Fonte: G1 (2010).

c) 2011:

Neste ano, foram noticiadas inaugurações de algumas obras de drenagem para a contenção do fluxo devido à última grande elevação do nível de água em 2010, entretanto, suas vias voltaram a alagar por 12 dias (Foto 6.4-3).

Foto 6.4-3 – Inundação em 2011 no Jardim Pantanal.



Fonte: Egute, 2016.

d) 2012/2013/2014/2015:

Em meio às pesquisas realizadas aos jornais e notícias da época, e também a dissertação de Egute (2016), pode-se nota que nos anos em que sucederam as obras de intervenção, os moradores reviveram os efeitos das chuvas, e mesmo em meio à crise hídrica que o estado de São Paulo passou, continuaram com os níveis de água elevados. Isso demonstra a falta de efetividade e baixos resultados das obras até então executadas, testemunhando, portanto a necessidade de avanço do Governo do Estado e da Prefeitura em subsidiar medidas mitigadoras coerentes à dinâmica apresentada pela recorrência das cheias em associação à ocupação residencial de uma planície de inundação.

6.5 Uso e Ocupação da Terra

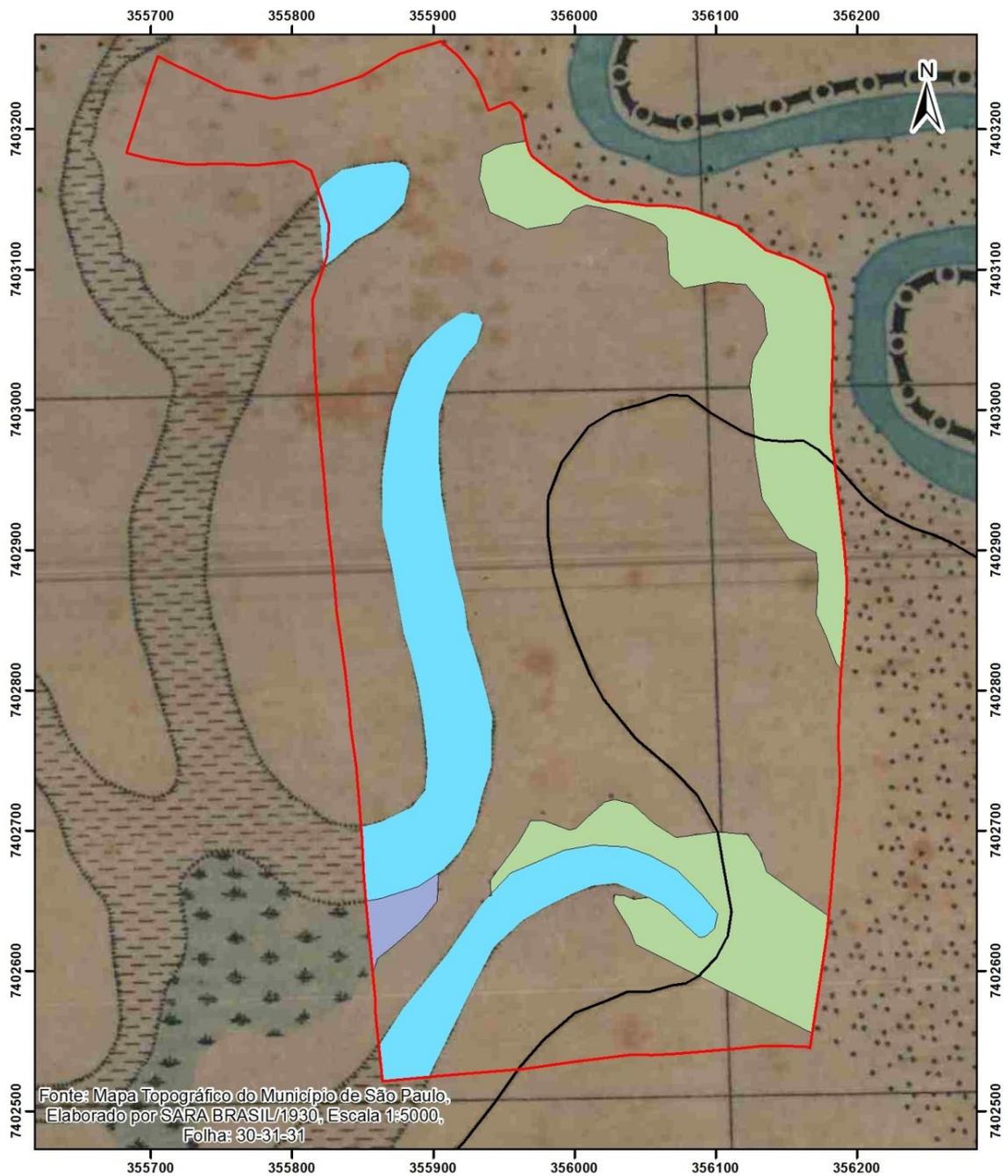
São Paulo se caracteriza por uma zona de diversificados atrativos econômicos e segundo o último censo de 2010 (IBGE), possui uma população de cerca de 41.262.199 habitantes, dispersa em uma área de 248.221,996 km². Situado dentro deste contexto encontra-se o bairro Jardim Helena que segundo a subprefeitura de São Miguel Paulista, abriga cerca de 135.043 habitantes dentro de uma extensão de 9,10 km².

A seguir, propõe-se discorrer por meio de análise das cartas topográficas, fotos aéreas e imagens de satélite, o processo de ocupação da Área de Estudo,

desde o ano de 1930 a 2002. Para tanto, objetivou-se a identificação e reconhecimento de mudanças ao longo deste período por meio de bases oficiais, atentando-se, a interação entre aspectos naturais e antrópicos que pudessem explicar as recorrentes enchentes e inundações noticiadas acerca desta área.

Na Figura 6.5-1, elaborada com base no Mapa Topográfico do Município de São Paulo em escala 1:5.000 desenvolvido pela empresa SARA Brasil S/A e publicado em 1930, verifica-se que a área de estudo está localizada ao sul do rio Tietê sendo ocupada por uma fitofisionomia de capoeira na porção nordeste e sudeste coincidente com áreas de depressão inundadas, seguidas por áreas de brejo. Nesta figura, o fundamental é ressaltar que, mesmo em escala de detalhe, não há registro de presença de residências ou indústria nesta região, sendo a área sem edificação, o fator de ocorrência predominante; portanto, é possível indicar que neste recorte temporal a influência antrópica ainda não é tão elevada sobre a interação entre os sistemas rio e planície de inundação.

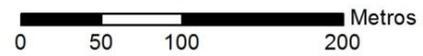
Figura 6.5-1 – Uso e Ocupação/1930.

**Legenda**

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Área de estudo |  | Vegetação (capoeira) |
|  | Curva de nível |  | Depressões Period. Inundadas |
|  | Área de brejo | | |

Uso e Ocupação (1930)

Escala Gráfica



Universal Transversa de Mercator
SIRGAS 2000 - 23S

Elaboração: Jennifer Terriaga

Na Figura 6.5-2 elaborada com base em análise de fotografia aérea em escala 1:25.000 desenvolvido pela BASE e publicado em 1962, temos a presença de elementos demarcados por meio de leitura com estereoscópio de bolso. Por intermédio deste exercício foi possível identificar a presença de taludes (em rosa) ao norte e fora dos limites da área de estudo, que possivelmente foram produzidos por cavas ou são antigos terraços desmantelados; entretanto, não se pode afirmar esta informação sem a devida análise em campo e sem o amparo de outros documentos, embora devido a sua forma geométrica seja possível deduzir-se a existência de influência antrópica. Observa-se também uma pequena diferença de nível que denota a topografia local com a presença de cava, lagoas e superfície exposta (mais esbranquiçada) podendo representar área de empréstimo. Esta área também é atravessada pela marcação de um antigo fluxo meandrante (em laranja), que ao longo do tempo foi aterrado ou descaracterizado, seguindo até a parte sul da área de estudo onde encontra-se um paleocanal (em amarelo). Isso é um indício de que esta morfologia fluvial pode ser reativada do ponto de vista do escoamento superficial e poderia ser apontado como um critério de alerta para a ocupação deste limite, em área aterrada e impermeabilizada devido à urbanização.

Retornando à diferença planialtimétrica existente a marcação dos taludes, pode-se indicar também a diferença de textura em razão do material mais arenoso. Provavelmente, o local ainda não foi ocupado pelas residências, devido à sua menor altitude e maior suscetibilidade às cheias.

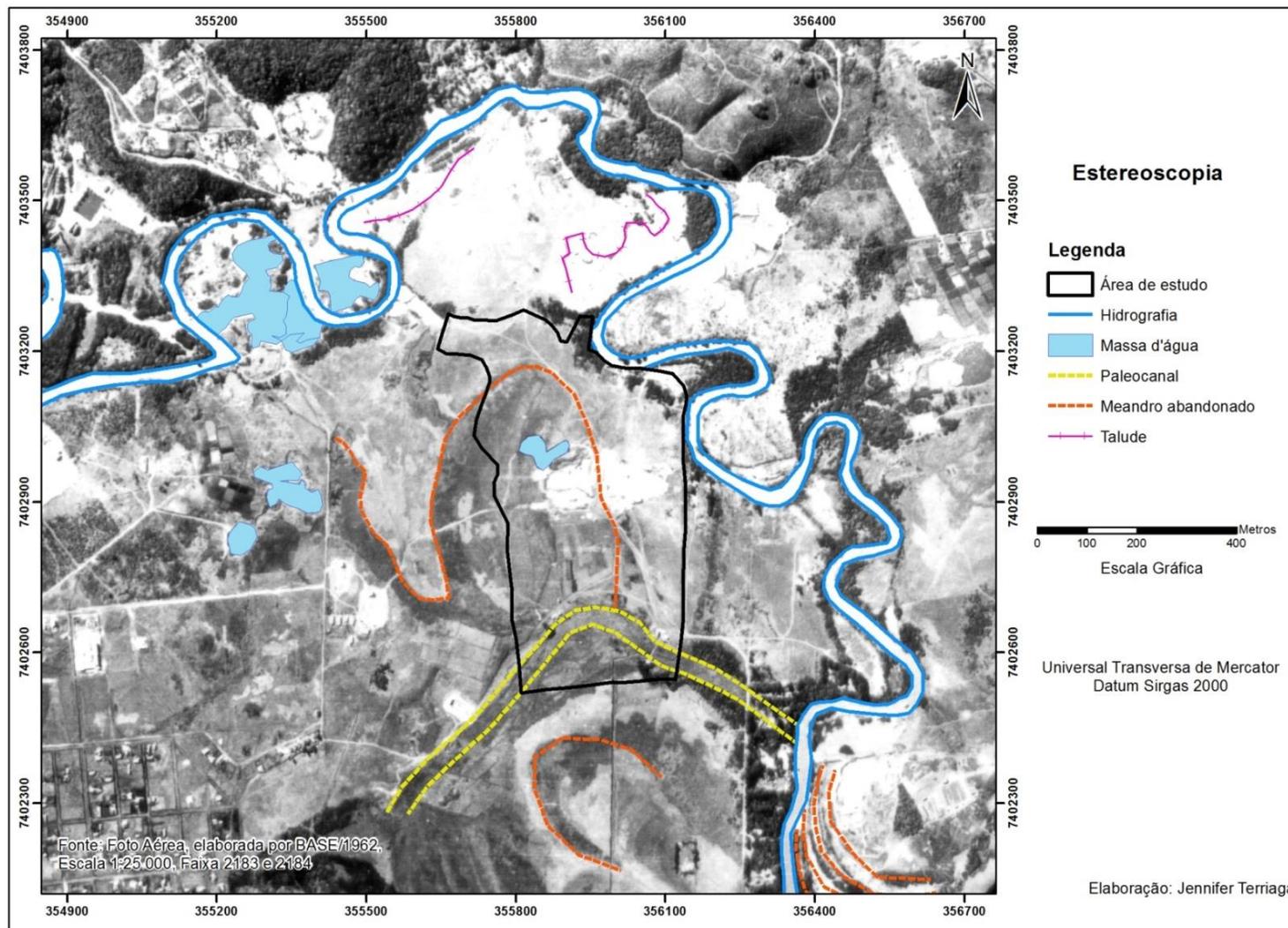
Além disso, parte do entorno do rio Tietê é seguido por vegetação de várzea e ao final do paleocanal é perceptível a presença de *cut off*, o que demonstra haver uma dinâmica associada ao antigo canal.

Portanto, indica-se também a partir desta leitura, a presença de um pequeno interflúvio que é contornado pelo atual curso do canal. Entretanto, a possibilidade do paleocanal ter sido aterrado ou descaracterizado deixou como vestígio seu traçado e as lagoas ainda ativas na área de estudo. Apesar da existência de um interflúvio suave, toda dinâmica da área está sujeita ao fluxo do rio, podendo ser afetada pela movimentação e trabalho de seu percurso em meandros que tem por característica divagar.

A ocorrência de enchente/inundação então se associa a dois fatores: ao canal ativo (norte) e ao paleocanal (sul) da área de estudo; porém para confirmarmos estas condições, fazem-se necessárias investigações mais aprofundadas e o que se

pretende no momento é apenas iniciar o estudo e apontamento dessas possíveis condições para compreensão dos processos associados às enchentes e inundações.

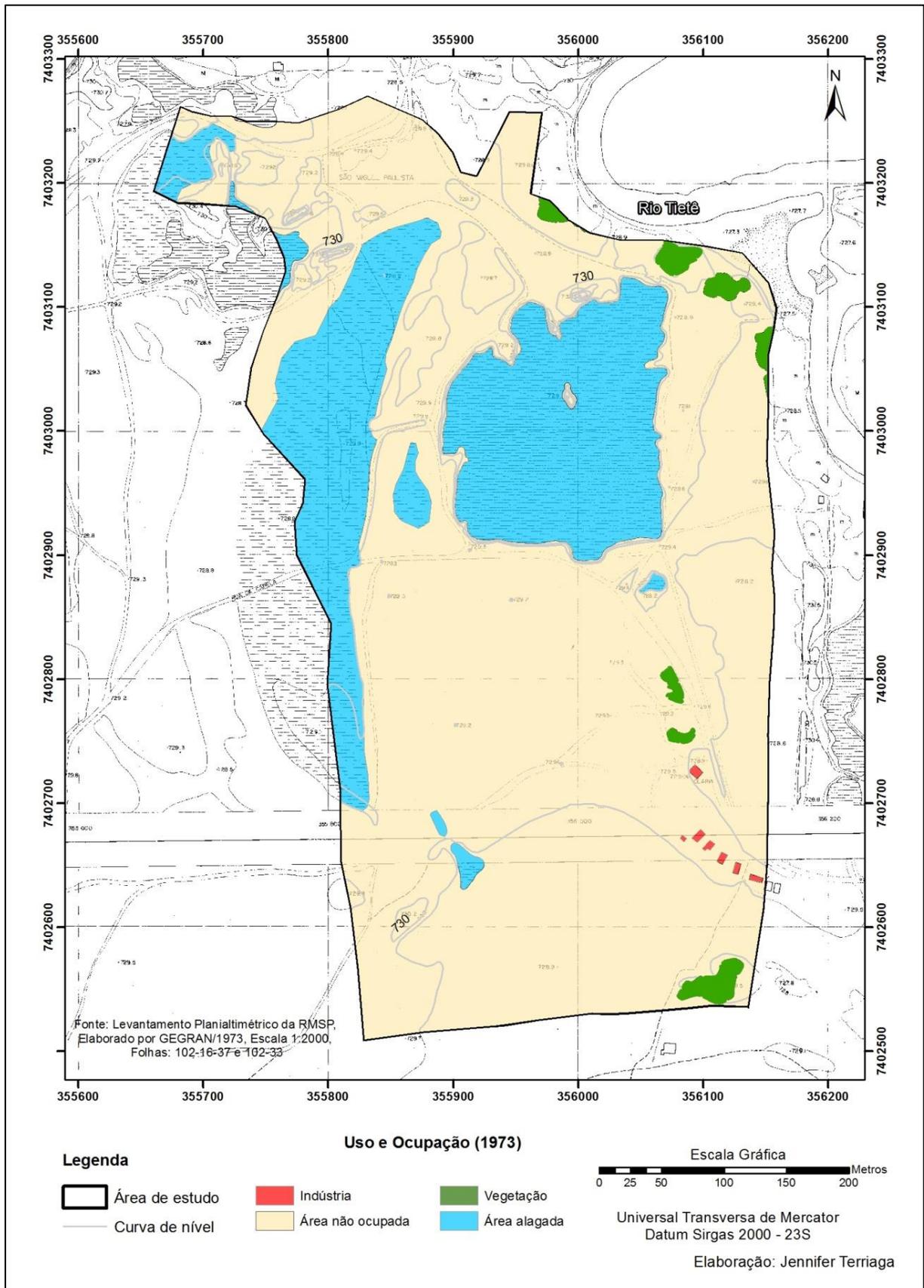
Figura 6.5-2 – Fotointerpretação: Foto aérea de 1962.



Fonte: BASE/1962.

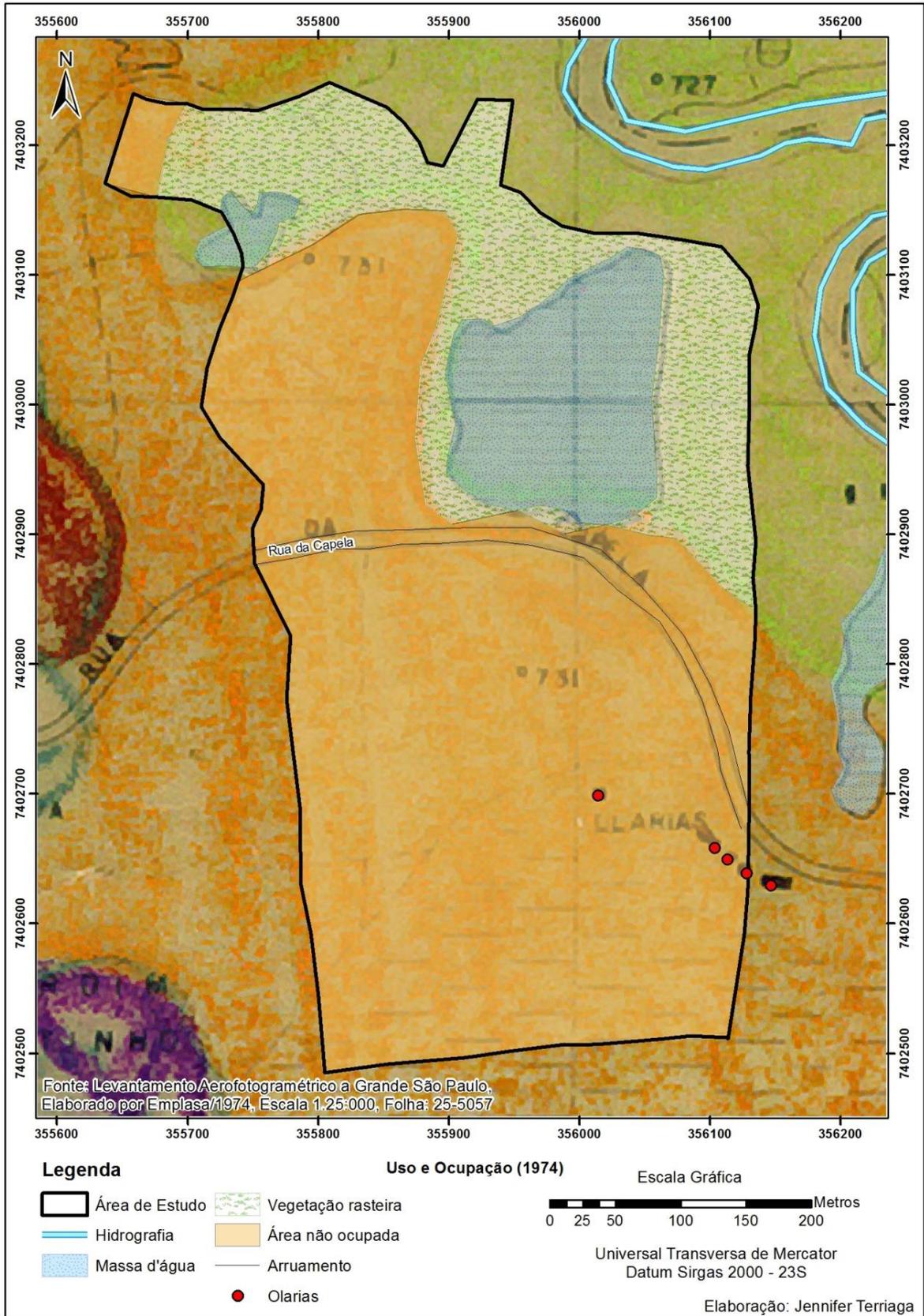
Na Figura 6.5-3 elaborada com base no Levantamento Planialtimétrico da RMSP em escala 1:2.000 desenvolvido pela GEGRAN e publicado em 1973, é perceptível que em uma diferença de 43 anos em relação a figura 6-10, a área de estudo passou por algumas modificações. Houve a manutenção do ponto de alagamento a oeste, possivelmente devido aos seus antigos fluxos meandantes, e o surgimento de uma considerável área úmida (ao centro) identificada como lagoa ou área exposta, caracterizada na Figura 6.5-3 como uma possível área de empréstimo. Além disso, surgiram na porção sudeste pontos industriais representados por olarias destinadas à produção de artefatos de barro ou argila, deduz-se, portanto, que utilizavam o sedimento gerado pelas cheias do rio depositados na planície de inundação como matéria prima.

Figura 6.5-3 – Uso e Ocupação da Terra 1973.



Na Figura 6.5-4 elaborada com base no Levantamento Aerofotogramétrico da Grande São Paulo em escala 1:25.000 desenvolvido pela Emplasa e publicado em 1974, tem-se mais elementos indicados, como a presença de arruamento atravessando a área de estudo, como a rua da Capela, que confirma o aumento do urbanização da área, e a presença de olarias ao sudeste. Ainda há predominância da área não ocupada e há vegetação rasteira presente na porção superior da região envolvendo as áreas úmidas.

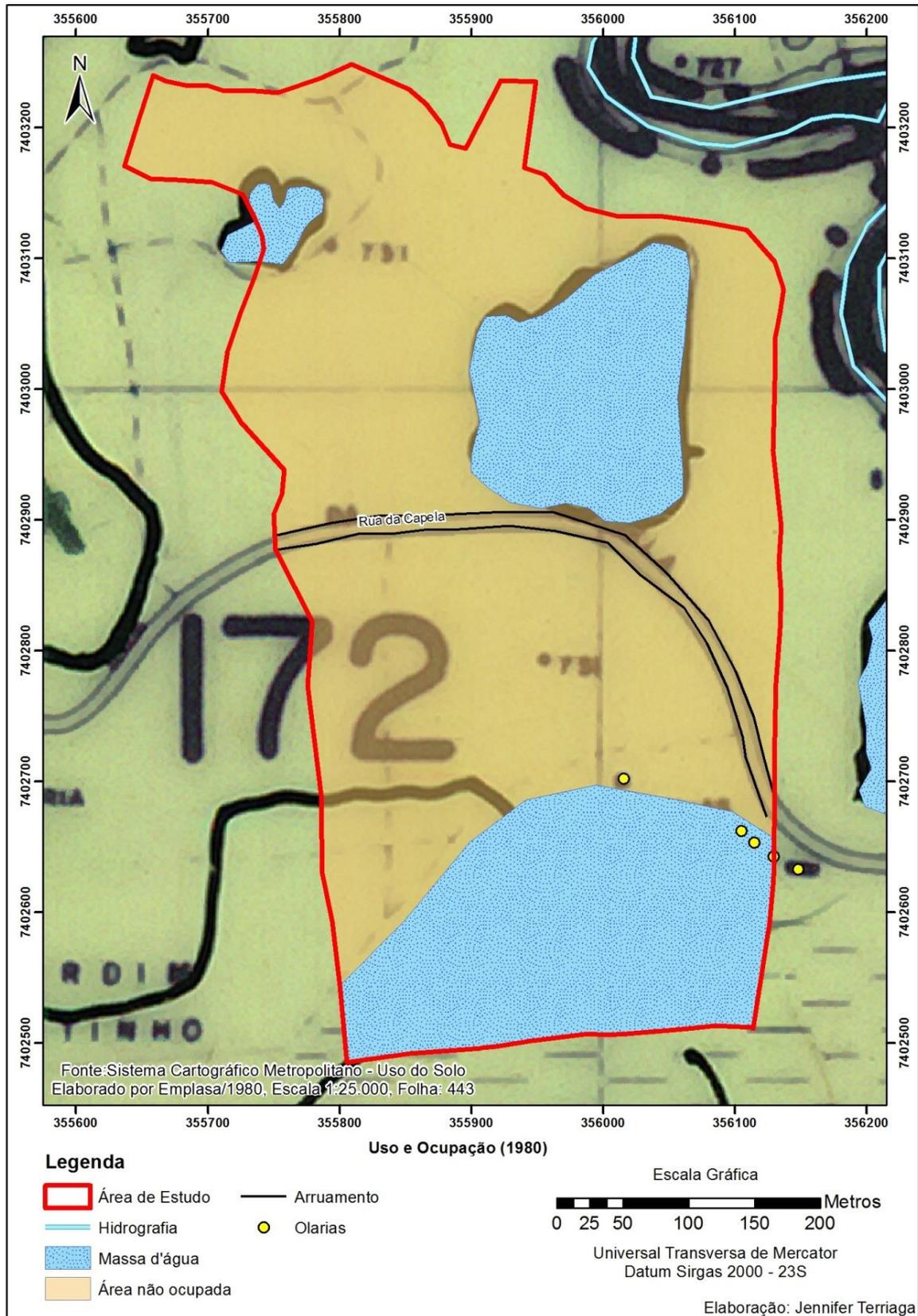
Figura 6.5-4 – Uso e Ocupação da Terra 1974.



Na Figura 6.5-5 elaborada com base no Sistema Cartográfico Metropolitano em escala 1:25.000 desenvolvido pela Emplasa e publicado em 1980, existe o registro do aumento das áreas úmidas que se expandem para a porção sul e parecem extrapolar os limites de construção das olarias. O único arruamento demarcado ainda é a rua da Capela, que divide a área de estudo e permite o acesso a vias mais estruturadas em seu entorno. O destaque ainda se concentra na área não ocupada que visualmente é mais relevante do que as outras formas de ocupação.

Com a análise dos documentos referentes aos anos de 1973, 1974 e 1980 é possível notar que há um avanço da urbanização sobre a área de estudo, porém ainda há predominância da área não ocupada.

Figura 6.5-5 – Uso e Ocupação do Solo/1980.



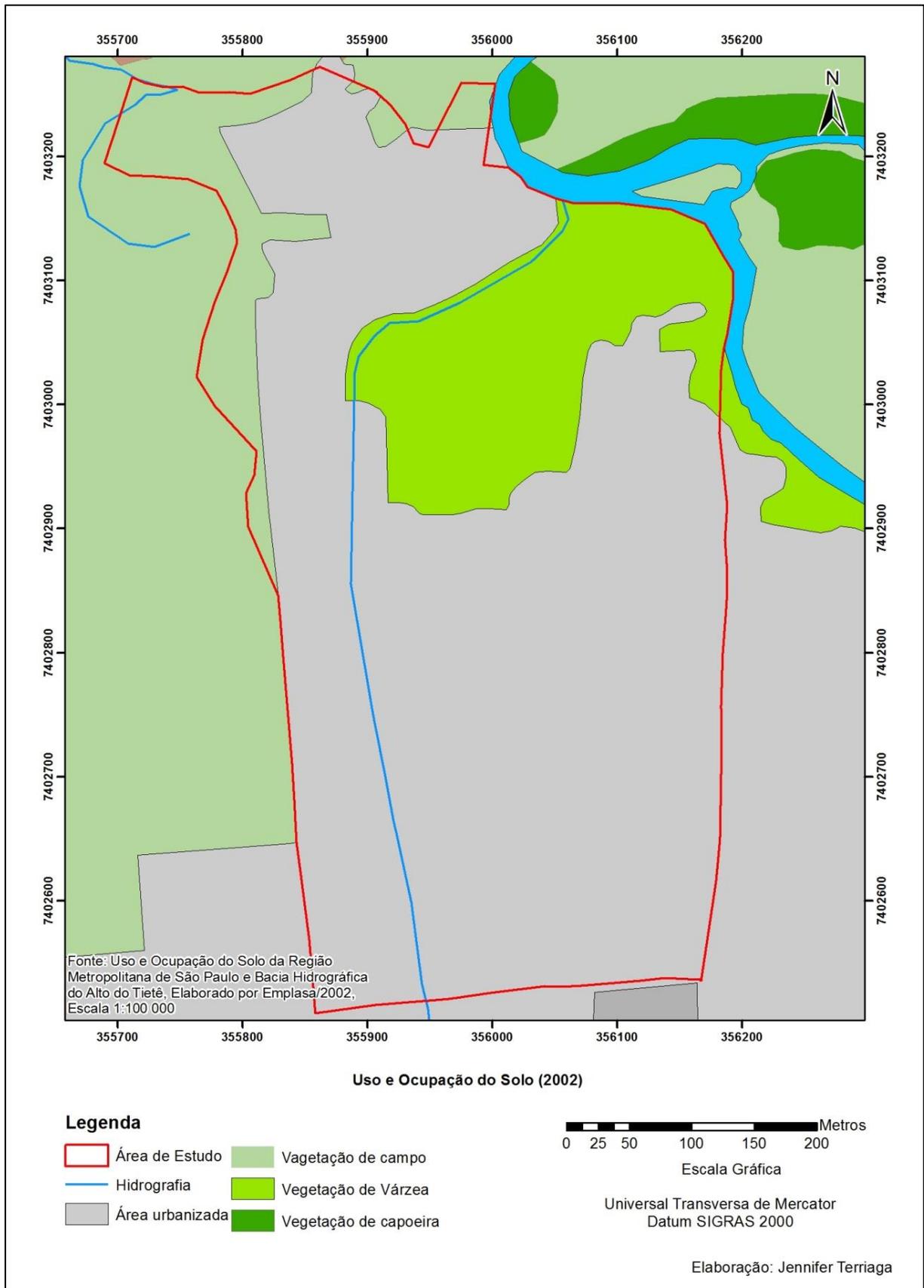
Na Figura 6.5-6 elaborada com base no Uso e Ocupação do Solo da Região Metropolitana de São Paulo e Bacia Hidrográfica do Alto do Tietê em escala 1:100.000 desenvolvido pela Emplasa e publicado em 2002, temos um avanço histórico de 20 anos em relação à Figura 6.5-5, elaborada com base no Sistema Cartográfico Metropolitano em escala 1:25.000 desenvolvido pela Emplasa e publicado em 1980, existe o registro do aumento das áreas úmidas que se expandem para a porção sul e parecem extrapolar os limites de construção das olarias. O único arruamento demarcado ainda é a rua da Capela, que divide a área de estudo e permite o acesso a vias mais estruturadas em seu entorno. O destaque ainda se concentra na área não ocupada que visualmente é mais relevante do que as outras formas de ocupação.

Com a análise dos documentos referentes aos anos de 1973, 1974 e 1980 é possível notar que há um avanço da urbanização sobre a área de estudo, porém ainda há predominância da área não ocupada.

Torna-se perceptível o avanço dos aparelhos urbanos sobre a área de estudo; o destaque recai sobre a área ocupada por residências, com o desaparecimento das olarias e a presença de vegetação de várzea apenas na área central, sendo todo o perímetro da área de estudo cercado por vegetação de campo, vegetação de capoeira e o próprio rio Tietê, além de ser atravessada pelo córrego São Martinho, obra de vazão canalizada. Devido a este cenário, deduz-se que esta canalização (não representada nas fontes anteriores) foi realizada para amenizar as constantes áreas úmidas que existiam nas porções oeste, central e sul. Ocorreu, ainda, o adensamento do arruamento ao longo de toda a região, para atender a demanda de moradores que ocuparam a planície de inundação.

Esta descaracterização da área de estudo favoreceu o escoamento superficial com a diminuição da superfície mais porosa devido a maior impermeabilização do solo. Pode-se compreender que a vegetação exerce um papel fundamental na contenção do volume hídrico, fornecendo amortecimento e absorção. Desta forma, quando associamos aumento da intensidade de precipitação como ocorreu em 2009/2010, aumento da impermeabilização do solo e um sistema de drenagem que não suporta determinada vazão, poderá ocorrer o aumento de enchentes e inundações como as noticiadas ao longo dos anos sobre o Jardim Pantanal e seus bairros vizinhos.

Figura 6.5-6 – Uso e Ocupação da Terra/2002.



6.6 Obras / intervenções mitigadoras

Este capítulo se destina a tratar das obras selecionadas para exemplificar as ações exercidas pelo Estado (governo municipal e/ou estadual), para mitigar ou solucionar a problemática das enchentes e inundações que afetam a população moradora do Jardim Pantanal.

Obviamente por se tratar de uma temática extensa, foram selecionadas apenas quatro obras de caráter fundamental para descontinuar as ocorrências marcantes de enchentes e inundações que se intensificam com o período chuvoso (dezembro a março) na cidade de São Paulo. Tais obras são o Piscinão Pantanal, um pôlder, um dique urbano e a canalização que deu origem ao córrego São Martinho (Figura 6.2.1-1). É importante ressaltar que apenas uma incide dentro dos limites da área de estudo, entretanto, por se tratar de obras que afetam o fornecimento hídrico local, ou seja, input e output de água, não se pode desconsiderar o contexto maior em que o ambiente em questão está inserido.

No município de São Paulo, o setor responsável pela execução e acompanhamento de obras de drenagem é o *Serviço e Obras 01*, que segundo o site da *Prefeitura de São Paulo (2017)* abarca obras de construção de galerias, contenção de margens de córregos, piscinões, urbanização em fundos de vale e atendimento emergencial em períodos de chuva intensa, visando a minimização dos danos a vida da população e ao patrimônio material.

Atualmente, em São Paulo existem 20 piscinões (normalmente construídos em parceria entre a escala municipal e estadual) ativos e distribuídos por toda capital, estrategicamente implementados em áreas de grandes ocorrências de enchentes e inundações, a exemplo da bacia do Córrego Pirajussara que abriga 7 piscinões. Em entrevista concedida à Secretaria Especial de Comunicação em fevereiro de 2017, na inauguração da obra do piscinão Guamiranga no bairro Vila Prudente, considerado o maior da cidade com capacidade para receber uma carga de 850 mil metros cúbicos, o atual Governador do Estado de São Paulo, Geraldo Alckmin, deu a seguinte declaração:

A várzea pertence ao rio, mas infelizmente estas áreas acabaram sendo ocupadas. O piscinão é a várzea moderna, uma maneira de consertar: na tempestade, ele segura a água, em uma solução de engenharia muito bem feita.

Demonstra-se a elevada relevância dessas obras para a atual administração que pretende investir na construção de mais 20 piscinões em sua gestão, visando minimizar as enchentes e inundações na cidade. Portanto, por meio deste contexto é possível compreender a razão da implantação de um piscinão logo após o principal advento de inundações pelo qual passou a região do Jardim Pantanal no ano de 2010, sendo iniciados, em abril do mesmo ano, os trabalhos para mitigar a ação das chuvas na região.

Figura 6.2.1-1 – Localização das obras – Jardim Pantanal.



Fonte: PAULA, VIDAL e PEREZ, 2013.

6.6.1 Medidas estruturais

Em conformidade com o Manual Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (2012), as medidas de controle de cheias estruturais assumem a característica de melhoria no escoamento superficial causado pela urbanização:

As medidas estruturais representam interferências nas características do escoamento. Estas são responsáveis pelo direcionamento e controle do fluxo das águas pluviais, atribuindo novas estruturas e fazem uso da implantação de obras que modificam o sistema natural para a retenção ou contenção do escoamento, como, por exemplo, a construção de reservatórios, diques e canalizações abertas e fechadas¹³.

¹³ O conceito de canalização definido por Welsh, sem dúvida se refere à prática da canalização convencional exercida por décadas no mundo todo e particularmente no Brasil, voltada a implantação

Torna-se claro, portanto, que as ações estudadas neste trabalho são de caráter exclusivamente estrutural, não adentrando no campo das medidas não estruturais. Tais medidas não estruturais, de acordo com o próprio Manual assumem caráter legal e institucional, buscando soluções que não alterem a morfologia, mas que reduzam os danos e riscos hidrológicos causados pela inserção do sistema antrópico dentro deste equacionamento, a exemplo das medidas legais direcionadas ao zoneamento e programas de previsões de alerta.

6.6.2 Reservatório de Detenção - Piscinão

O aumento da urbanização, principalmente a partir dos anos 70, em associação ao gradual aumento da mancha urbana, impermeabilização do solo e a crescente ocupação de área de várzea, dificultou o desenvolvimento natural dos processos que ocorriam dentro dos sistemas estudados neste trabalho. Os espaços destinados à enchente e inundação foram tomados por residências e outros instrumentos característicos do meio urbano. De acordo com o DAEE (sem data de publicação), acrescenta-se a isso, a prática de canalizações dos rios e córregos, muitas vezes de forma radical, alterando o comportamento das enchentes e inundações e não resolvendo o problema, uma vez que as cidades continuaram crescendo sem planejamento, exigindo cada vez mais medidas para disciplinar e conter as águas. Além disso, segundo Canholi (2005), a aceleração dos escoamentos trouxe o efeito de transferir para jusante o problema de redução dos espaços naturais, ou seja, quanto menor o tempo de concentração do fluxo, maior será o pico de vazão a jusante.

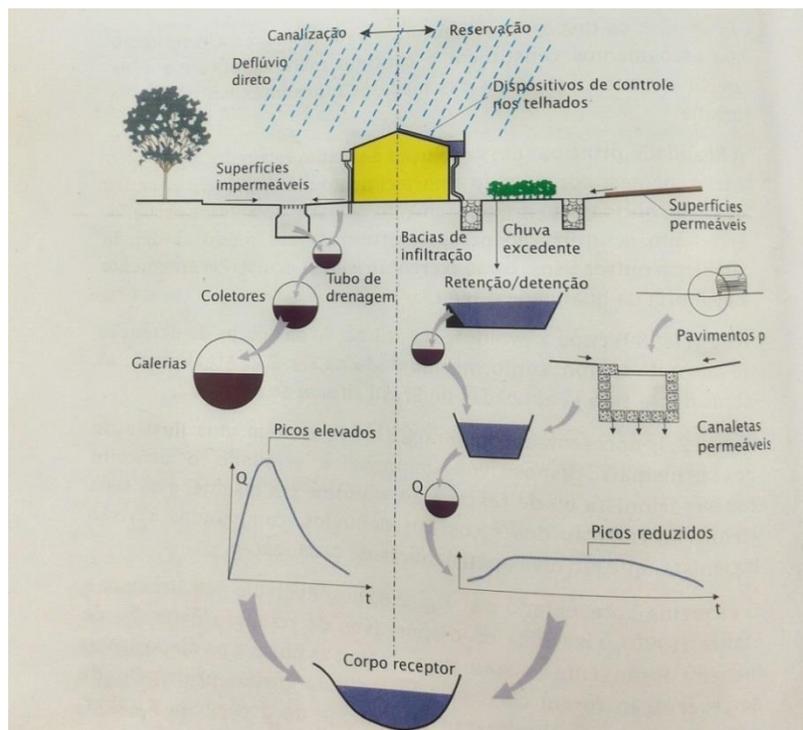
De forma objetiva, para Canholi (2005) a tecnologia de detenção pode ser utilizada de diversas formas, podendo ocorrer adaptações conforme a necessidade do local a ser implementada ou em função das decisões municipais/estaduais de planejamento urbano, como a construção em lotes, de pequenos reservatórios a céu aberto ou fechados. Para o autor:

A finalidade principal dessa solução é promover a redução do pico das enchentes, por meio do amortecimento conveniente das ondas de cheia, obtida pelo armazenamento de parte do volume escoado.

Este é o caso do piscinão Pantanal, onde nos períodos de estiagem seu reservatório permanece seco e exerce sua função principal somente nos períodos de chuva, no caso de São Paulo, no verão, se estendendo até o mês de março em alguns registros. Logo após o rebaixamento do nível da água no Jardim Pantanal foram iniciadas, em abril de 2010, as obras para conter o avanço e os efeitos das chuvas com a implantação do piscinão Pantanal inaugurado em 2011, na gestão do ex-prefeito Gilberto Kassab. A obra segundo a Prefeitura de São Paulo (2017) localiza-se no rio Tietê, no distrito de São Miguel Paulista, possui fundo de concreto e tem capacidade de armazenamento de 15 mil metros cúbicos.

A Figura 6.6.2-1 abaixo, apresentada por Braga (1994), esquematiza a comparação entre os sistemas de canalização e retenção, bem como sua eficácia na diminuição dos picos de escoamento.

Figura 6.6.2-1 – Sistemas de canalização versus retenção.



Fonte: Canholi (2005) *apud* Braga (1994).

Torna-se claro por meio deste esquema que o sistema de retenção, conceituado como uma medida não convencional por não adotar a diretriz de canalização e estar em processo de disseminação, associado com a maior permeabilização do solo, pode ser mais eficaz em diminuir os picos de deflúvio do

que a obra de canalização, principalmente em áreas urbanas quando adotadas a jusante, pois controlam o escoamento na esfera da bacia e das sub-bacias.

a) Pontos positivos:

- Em época de estiagem, a área que não possui fluxo para reter, podendo, desta forma, ser utilizada para funções recreativas e, como em muitos casos, os piscinões são construídos em áreas periféricas, em que geralmente não se encontra diversidade de instrumentos urbanos, a obra pode assumir um caráter não só de infraestrutura mas também cultural.
- Há controle não somente da quantidade, mas também da qualidade da água, pois ocorre a redução do número de material sólido nos cursos principais;
- Os custos são mais baratos do que a diretriz convencional de canalização, segundo Nakazone (2005) apud Fioravanti (2004), a canalização custa de três a dez vezes mais do que a construção de reservatórios para solucionar a mesma problemática.

b) Pontos negativos:

- Custo para adquirir o terreno do empreendimento;
- Localização e disponibilização do local apropriado.

Ainda de acordo com Nakazone (2005), nos últimos anos, os reservatórios de retenção estão sendo adotados com maior frequência pelas administrações públicas, que os veem como um elemento ambientalmente correto para a mitigação de cheias urbanas.

A Foto 6.6.2-1 a) e b) abaixo se referem à obra concluída em 2011 do reservatório de retenção Piscinão Pantanal.

Foto 6.6.2-1 a) e b) – Piscinão Pantanal.



Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2017.

a)

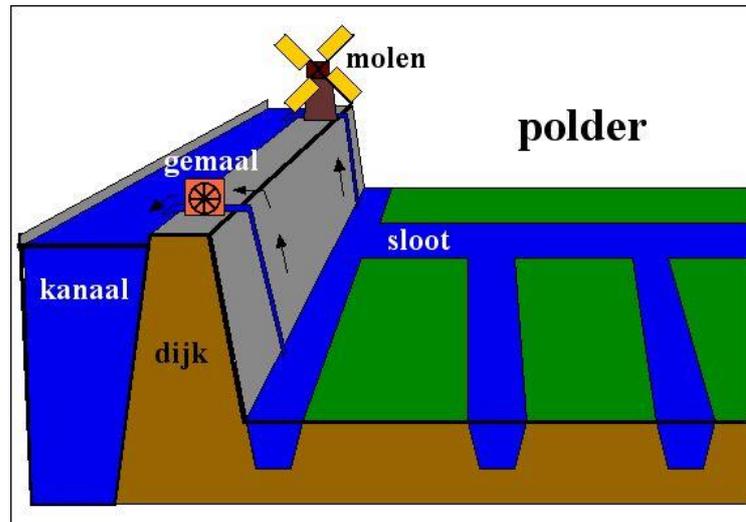
b)

6.6.3 Pôlderes

Comumente confundido com o dique, o polder depende de um conjunto de obras. Segundo Canholi (2005), os polders são sistemas compostos por diques de proteção, redes de drenagem e sistemas de bombeamento com a finalidade máxima de proteger áreas situadas em cotas inferiores ao nível d'água que são acometidas pelos períodos de elevação dos rios ou mares. Este geralmente é confundido com o próprio dique, pois é composto pelos muros de contenção que somado aos outros fatores, isolam a área rebaixada impedindo o avanço de águas externas ao local. Os dutos (rede de drenagem) e o sistema de bombeamento servem para escoar a água interna (água da chuva) a um pequeno reservatório, direcionando este fluxo a retornar ao corpo d'água após o período de pico de vazão.

Segundo o DAEE (sem data de publicação), órgão responsável por inúmeras obras de drenagem urbana no município de São Paulo, a utilização de polders é largamente conhecida na Europa e principalmente na Holanda, onde são utilizados desde o século XI com atualmente mais de 3 mil polders, devido ao posicionamento de $\frac{1}{4}$ de seu território abaixo do nível do mar. Na Figura 6.6.3-1 abaixo podemos notar a estruturação de um polder, onde este situa-se posterior a área do dique, direcionando e controlando o fluxo da água, e na Foto 6.6.3-1 e Foto 6.6.3-2, destaca-se exemplos de polders na Holanda e em São Paulo.

Figura 6.6.3-1 – Ilustração de um polder.



Fonte: Social System Loes (2017).

Foto 6.6.3-1 – Exemplo de Polder na Holanda.



Fonte: DAEE (sem data de publicação).

Foto 6.6.3-2 – Construção de pôlder na margem direita da Marginal Tietê (Ponte da Vila Maria).



Fonte: DAEE (sem data de publicação).

Uma proposta para construção de pôlder no Jardim Pantanal foi apresentada em agosto de 2016 pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica, segundo eles o projeto visa minimizar o risco de inundações no bairro, beneficiando mais de 10 mil moradores. Ainda de acordo com o DAEE O projeto do pôlder da Vila Itaim prevê também a construção de um de canal de circunvalação no interior do dique, com função de drenar a água das chuvas para um reservatório de acumulação, com capacidade para 19 mil metros cúbicos, dotado de um conjunto de cinco bombas com capacidade para bombear 400 litros de água por segundo cada, esvaziando o reservatório em poucos minutos.

É fundamental ressaltar que em conformidade com as pesquisas realizadas, não foi possível confirmar até o fechamento deste trabalho se houve realmente a implantação de um pôlder na região da área de estudo, pois muitos veículos de notícias e até mesmo trabalhos acadêmicos confundem a definição de dique e pôlder, sendo que apenas no segundo caso, a construção de um está atrelada ao outro. A documentação mais recente localizada e que converge com as definições de pôlderes contida na bibliografia de base deste trabalho, sinalizou que o Governo do Estado de São Paulo abriu processo de licitação para construção de um pôlder

na Vila Itaim (reportagem datada de outubro de 2016¹⁴) com previsão de 16 meses de obras e conclusão em 2018. Reforça-se ainda que seja necessária desapropriação de 47 imóveis e a remoção de 129 construções, em uma área total de 72,7 mil m² e um custo de 100 milhões para sua conclusão, confirmando a publicação no site do DAEE de 2016 em relação a proposta apresentada para a construção do polder na Vila Itaim.

6.6.4 Dique

Diques são estruturas utilizadas para gerar uma barreira longitudinal não natural para proteção de áreas baixas e conter o avanço da água. De acordo com o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (2012), estas podem ser construídas em alvenaria ou concreto armado (muros de contenção), que se erguem nas margens dos corpos d'água e evitam que em eventos chuvosos de intensidade crítica, áreas baixas sejam inundadas. Destaca-se ainda que são estruturas de custo relativamente baixo para ser implantadas, podendo ser construídas com materiais locais ou até mesmo da própria dragagem. Os fatores determinantes são a dinâmica do corpo d'água, a disposição de espaço físico e por último o fator econômico. O manual também informa que deve se considerar o fato de que o dique pode restringir a seção do leito maior (previamente inundada), aumentando, desta maneira, o aumento do nível da água. Isso poderá acarretar a diminuição do canal a montante e o seu aumento a jusante, desenvolvendo inundações em locais que não detinham esta característica.

Na área de estudo, o dique de contenção (Foto 6.6.4-1) foi inaugurado juntamente com o reservatório de detenção, visando restringir o acesso do fluxo de água quando ocorresse a elevação do nível do corpo hídrico, protegendo desta maneira, as áreas mais baixas e urbanizadas.

¹⁴ Governo de SP inicia licitação para polder contra enchente na Vila Itaim. Fontes: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/10/governo-de-sp-inicia-licitacao-para-polder-contra-enchente-na-vila-itaim.html> e http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1691:daee-apresenta-projeto-do-polder-da-vila-itaim&catid=69:home-page&Itemid=78.

Foto 6.6.4-1 – Imagem aérea do dique de contenção do Jardim Pantanal.



Fonte: Folha de São Paulo, 2012.

6.6.5 Canalização Córrego São Martinho

Conforme identificado em análise de fotografia aérea e documentos oficiais (cartas topográficas e mapas de uso e ocupação da terra), o córrego São Martinho, única obra de drenagem existente dentro dos limites da área de estudo, foi canalizado a partir da década de 1980, mas só foi indicado em fonte oficial datada de 2002.

Canalizações são definidas como obras de drenagem convencionais. Para Welsh in Canholi (2005), esta prática exercida ao longo de muitos anos no mundo todo, voltada para a construção de galerias e canais de concreto, ocasionou a retificação de traçados e aumento de declividades em virtude do afastamento rápido do escoamento em nome de uma ilusória eficiência. Em vista disso, compreende-se que o córrego São Martinho, foi construído dentro desta visão, onde se buscava a melhoria na drenagem da região através desta dada eficiência. Além disso, devido ao processo de urbanização de jusante para montante, a solução para possíveis inundações se tornaram mais difíceis.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como principal resultado desta pesquisa, pôde-se perceber que a ocorrência de enchente/inundação está associada ao canal ativo (no norte da área de estudo) e ao paleocanal (no sul da área de estudo) na área de estudo. Isso aponta que as ocorrências existentes na região não estão somente atreladas ao fato da ocupação se localizar dentro de uma planície fluvial, mas também se espacializa em uma região suscetível a reativação de sua antiga morfologia fluvial com a presença de fluxos meandantes e do paleocanal, observados na estereoscopia.

Em vista do estudo das quatro obras estruturais construídas em períodos às vezes diversos e por vezes complementares, observamos que é crescente a inserção de obras não convencionais como os pôlderes e reservatórios de detenção, porém, se faz necessário a associação com medidas não estruturais como planos, programas e medidas no campo jurídico, para se desenvolver uma visão e ação integrada que fortaleça e diminua os riscos e efeitos de ocupação de áreas de várzea pela sociedade. Por meio de pesquisas e noticiários foi possível resgatar que, após a implementação dessas obras, ainda ocorreram diversos episódios em que a região foi atingida pelas cheias do rio Tietê. Tais como as ocorrências de 2011, 2016, 2017 e, demonstram, que mesmo com os esforços despendidos para mitigar os efeitos sobre o Jardim Pantanal, ainda há um caminho a ser trilhado na mitigação de impactos, não somente para elaboração de novos projetos, mas também na conscientização sobre a ocupação de áreas de várzea e planejamento urbano ordenado. Custódio (2012), por exemplo, nos lembra sobre o *efeito boomerang* (diminuição da curva problema-solução-problema), onde afirma que a ineficiência indica um *delay* entre a identificação do problema, definição de solução corretiva, execução e finalização das obras e pela desconsideração de que a dinâmica social é o que deve condicionar a ação e não a obra em si, e, portanto, nos diz:

Quando a obra é concluída (isso quando é), o contexto e a fase urbana já são outros e, por mais que a forma criada condicione o processo social, é já outro processo social.

Nakazone (2005) destaca que as soluções de engenharia para controle de inundações são, em sua maioria, ações corretivas e não preventivas. Este fato nos alerta que ao longo da história medidas preventivas, ou seja, políticas públicas vêm sendo colocadas em segundo plano e tenta-se amenizar os efeitos de situações que podem ser previstas, como a criação de sistemas de alerta, programas de estudo de

áreas suscetíveis e também na elaboração do Plano Diretor das cidades. Além disso, deve-se lançar mão de recursos como a produção acadêmica para abrimos o leque de discussão ao gerarmos tais medidas preventivas, considerando como voz ativa a própria população local que vive a rotina do bairro e traz situações e visões que planejamento ou instrumento algum poderão fornecer, não deixando, desta maneira, apenas nas mãos de administradores/políticos a função de ponderar sobre a melhor forma de ocupação do espaço público com o envolvimento multidisciplinar.

Faz-se necessário também não somente a construção de obras de drenagem, mas sua fiscalização e manutenção por parte das gestões municipais/estaduais. Em reportagem ao Estadão (2014), moradores relataram a falta de frequência com que a área do Piscinão Pantanal era limpa, ocasionando o entupimento, o crescimento gradativo de vegetação e o aumento de sujeira no local. Mais fundamental ainda, é a fiscalização para o encontro de possíveis falhas no sistema de drenagem implantado.

Reconhece-se também a forma de ocupação das planícies de inundação e áreas de proteção ambiental, ocasionadas pelo modelo de desenvolvimento da cidade que se ateu ao capital financeiro, provocando rupturas e cicatrizes dentro a sociedade, que geraram segregação da população mais pobre e que conseqüentemente teve de ocupar zonas periféricas. Tal processo impossibilitou e/ou diminuiu o leque de opções ao se ater a uma das grandes necessidades básicas do ser humano: moradia/abrigo. Tal condição gerada pela necessidade de encontrar terrenos vazios a serem ocupados que se enquadrassem dentro de suas possibilidades financeiras para sobreviverem, se submetendo à vulnerabilidade ocasionada pelas cheias com a falta de estabilidade, segurança e exposição a doenças.

A ocupação de várzeas quer por moradias ou por rede viária, o assoreamento das drenagens, as canalizações sub-dimensionadas, a constante impermeabilização dos terrenos do município podem ser consideradas como as principais causas das inundações existentes em São Paulo (TAKIYA, pg. 116, 1997).

Enfim, entende-se que a inundação das planícies de inundação tem caráter natural e poderá ocorrer com maior intensidade com o advento da ação antrópica; entretanto, é função da administração pública encontrar soluções, em diálogo com a população, para amenizar e/ou erradicar os riscos a segurança e saúde da população sob sua jurisdição.

8 BIBLIOGRAFIA

Allen, J. STUDIES IN FLUVIATILE SEDIMENTATION: SIX CYCLOTHEMS FROM THE LOWER OLD RED SANDSTONE, ANGLOWELSH BASIN. *Sedimentology*, v. 3, p. 163-198, 1964.

Alvarenga, L. Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Agroambiental*, v. 4, n. 2, p. 7, 2012.

ALVES DA LUZ, R. Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do Rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização. Doutorado—[s.l.] Universidade de São Paulo, 2015.

SÃO PAULO. Atlas Ambiental do Município de São Paulo - O verde, o território, o ser humano. São Paulo: SVMA, 2004. 266p.

BERTALANFFY, Ludwig Von. Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. Petrópolis: Vozes, 3ª edição, 2008.

CARVALHO, L.; JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico. In: CAVALCANTI, I. Tempo e Clima no Brasil. Tradução . 1. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. p. Capítulo 6

CASTELLS, Manuel (1972). A questão urbana. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 4ª edição, 1983.

CHRISTOFOLETTI, A., 1980. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

Chitale. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Jan., no 96, HY1, 1970 in CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ-FUSP. Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, 2009.

COUTINHO, J.M.V. Carta geológica da Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo. EMPLASA. 2folhas. Escala: 1:100.000. 1980.

CPTEC/INPE. Boletim Climanálise. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index1209.shtml>>. Acesso em: 3 maio. 2017.

CPTEC/INPE. CONDIÇÕES DE NEUTRALIDADE NO PACÍFICO EQUATORIAL. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 3 maio. 2017.

CUSTÓDIO, V. Escassez de água e inundações na Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: Humanitas/Fapesp, 2012.

DAEE. Banco de dados hidrológicos. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em: 1 maio. 2017.

DURY apud CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

EGUTE, N. Quando a água sobe. Análise da capacidade adaptativa de moradores do Jardim Pantanal expostos às enchentes. Doutorado—[s.l.] Universidade de São Paulo, 2016.

EMBRAPA, A. Glei Pouco Húmico / Gleissolo Háplico. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_95_10112005101956.html>. Acesso em: 6 maio. 2017.

ESTADÃO. Jardim Pantanal terá dique para evitar alagamentos. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,jardim-pantanal-tera-dique-para-evitar-alagamentos,528371>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

FERNANDEZ, Oscar Vicente Quinonez. Determinação do nível e da descarga de margem plena em cursos fluviais. Boletim de Geografia, UEM, nº 21, p. 97-109. 2003.

FUNDAÇÃO AGÊNCIA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - UGRHI 06. São Paulo, 2012.

G1. Moradores de bairro da Zona Leste de SP temem alagamentos. Disponível em: <<http://g1.globo.com/especiais/eleicoes-2010/noticia/2010/09/moradores-de-bairro-da-zona-leste-de-sp-temem-alagamentos.html>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

GREGORY, K.J. A natureza da Geografia Física. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1985.

GLOBO, O. Jardim Pantanal é área inundada de São Paulo que ninguém quer abandonar. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/jardim-pantanal-area-inundada-de-sao-paulo-que-ninguem-quer-abandonar-3173731>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010: Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

Keller, E.A. & Melhorn, W.N. 1978. Rhythmic spacing and origin of pools and riffles.

Geological Society of America Bulletin.

KLEINFELDER, S.R. (1997). Geologia urbana da região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Instituto de geociências.

KOWARICK, Lúcio. A espoliação urbana. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

LANGENBUCH, Juergen Richard. A estruturação da Grande São Paulo: estudo de geografia urbana. Rio de Janeiro: IBGE, 1971.

LAMARCHE, F. Property development and the economic foundations of the urban question. In: PICKVANCE, C.G. (ed.): Urban Sociology: critical essays. Londres: Tavistock Publications, 1977.

LEPE Tonaki, L. A CIA Nitro Química Brasileira: indústria e vila operária em São Miguel Paulista. Mestrado—[s.l.] Universidade de São Paulo, 2013.

LEOPOLD, L.; WOLMAN, M. River Channel Patterns: Braided, Meandering and straight. Tradução . Washington: United State Government Printing Office, 1957.

MAKASKE, B. Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products. Tradução . Utrecht: Utrecht University, 2000.

MIALL, A.D. A Review of the Braided-River Depositional Environment. Earth-Science Review, v. 13, n. 1, p. 1-62, 1977.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT– Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

Nakazone, L. Implantação de Reservatórios de Detenção em Conjuntos Habitacionais: A Experiência da CDHU. Mestrado—[s.l.] Universidade de São Paulo, 2005.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima da região sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. Tempo e clima. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. O El Niño e você: o fenômeno climático. São José dos Campos, SP: Transtec, 1999.

PEREZ FILHO, A. – Abordagem sistêmica e Geografia. Geografia. Rio Claro, vol. 28, n. 3., 2003.

POCHMANN, Márcio. A década dos mitos: o novo modelo econômico e a crise do trabalho no Brasil. São Paulo: 2002.

RICCOMINI, Claudio; ALMEIDA, Renato Paes de; GIANNINI, Paulo César Fonseca; MANCINI, Fernando. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: Decifrando a Terra[S.l: s.n.], 2009.

RODRIGUES, Cleide. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. Revista do Departamento de Geografia, n. 14, p. 69-77, 2001.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. – 1997. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo. FFLCH-USP-IPT-FAPESP. Vol. I e II

SAISP. Disponível em: <<https://www.saisp.br/estaticos/sitenovo/home.xmlt>>. Acesso em: 4 maio. 2017.

SÃO PAULO. Atlas Ambiental do Município de São Paulo. São Paulo: SVMA, 2004.

SCARLATO, F. C. População e urbanização brasileira. In: ROSS, J.L.S (Org.) Geografia do Brasil, São Paulo: EDUSP, 1996, p. 381 a 463.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. Ambiente fluvial. Curitiba: UFPR, 1979. 183 p.

SUGUIO, K. 1999. Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais. São Paulo, Paulo's Editora, 365p

Sistema de Consulta do Mapa Digital da Cidade de São Paulo :. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em: 5 out. 2016.

Schumm, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. Geological Society of America Bulletin, v.74,n.9, 1963.

VIEIRA DO NASCIMENTO, V.; SOUZA VIEIRA JUNIOR, A. Urbanização e industrialização em lagarto/se: uma primeira abordagem. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira, v. 7, n. V, p. 6, 2012.