



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Geociências

LUIS EDUARDO DE OLIVEIRA MURARO

**PLANÍCIE ALUVIONAR DO RIO ATIBAIA: CARACTERIZAÇÃO
MORFOLÓGICA E DE USO DA TERRA, SUAS VOCAÇÕES E CONFLITOS**

CAMPINAS

2019

LUIS EDUARDO DE OLIVEIRA MURARO

PLANÍCIE ALUVIONAR DO RIO ATIBAIA: CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E
DE USO DA TERRA, SUAS VOCAÇÕES E CONFLITOS

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE
EM GEOCIÊNCIAS NA ÁREA DE GEOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS

ORIENTADORA: PROFA. DRA. SUELI YOSHINAGA PEREIRA

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO LUIS
EDUARDO DE OLIVEIRA MURARO E ORIENTADA
PELA PROFA. DRA. SUELI YOSHINAGA PEREIRA

CAMPINAS

2019

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

M931p Muraro, Luís Eduardo de Oliveira, 1965-
Planície aluvionar do Rio Atibaia : caracterização morfológica e uso da terra, suas vocações e conflitos / Luís Eduardo de Oliveira Muraro. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Sueli Yoshinaga Pereira.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Geomorfologia. 2. Geomorfologia fluvial. 3. Terra – Uso. 4. Inundações. 5. Atibaia, Rio (SP). I. Pereira, Sueli Yoshinaga, 1961-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Atibaia River floodplain : morphological characteristics and landuse, its abilities and conflicts

Palavras-chave em inglês:

Geomorphology

Fluvial geomorphology

Land use

Floods

Atibaia River (São Paulo, Brazil)

Área de concentração: Geologia e Recursos Naturais

Titulação: Mestre em Geociências

Banca examinadora:

Sueli Yoshinaga Pereira [Orientador]

Salvador Carpi Junior

Luiz da Rosa Garcia Netto

Data de defesa: 28-06-2019

Programa de Pós-Graduação: Geociências

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-5388-4909>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2332802716101909>



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: Luis Eduardo de Oliveira Muraro

**PLANÍCIE ALUVIONAR DO RIO ATIBAIA: CARACTERIZAÇÃO
MORFOLÓGICA E DE USO DA TERRA, SUAS VOCAÇÕES E CONFLITOS**

ORIENTADORA: Profa. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

Aprovado em: 28 / 06 / 2019

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira - Presidente

Prof. Dr. Salvador Carpi Júnior

Prof. Dr. Luiz da Rosa Garcia Netto

**A Ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros, encontra-se disponível no
SIGA - Sistema de Fluxo de Dissertação e na Secretaria de Pós-graduação do IG.**

Campinas, 28 de junho de 2019.

Aos meus pais Caetano e Regina, e aos meus
filhos Anna Carolina e Luís Felipe. Sem a sua
torcida jamais teria conseguido.
AMO VOCÊS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado paciência, força e sabedoria para enfrentar os desafios que a mim foram impostos. Mais uma vez, obrigada por tudo, Pai!

À minha orientadora, Profa. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira, por ter sido, antes de tudo, minha amiga. Por ter depositado em mim tamanha confiança e por me mostrar o caminho não com respostas, mas com perguntas. Sinto-me honrado por ter sido seu aluno de Mestrado.

Agradeço, também, aos Professores Doutores Ana Elisa, Celso Dal Ré, Emilson, Frésia, Giorgio, Lobão, Pedro e Regina Clélia pela mesma paciência, conhecimento e sabedoria que me transmitiram.

Ao Professor Salvador Carpi Júnior, por ser meu amigo e conselheiro. Valeu, Salva!!!

Sou grato também à Secretaria de Pós e a seus funcionários, Val, Cris, Gorette, Bia e Waldir, que prontamente me ajudaram quando necessitei. Vocês foram fantásticos!

Jamais esquecerei do apoio do Sr. Sidnei Furtado, Diretor da Defesa Civil de Campinas, sem o qual este trabalho se tornaria impossível.

A todos os agentes da Defesa Civil que me ajudaram nesta empreitada.

Ao Luisão, o nosso Luís barqueiro, herói anônimo, pelo admirável trabalho e sensibilidade.

Não posso me esquecer de minha grande amiga, Jojó (secretaria de graduação), que sempre me recebeu com um sorriso.

Aos meus amigos e colegas André, Joaquim e Waldilene (Wal), pois me ensinaram e me ajudaram muito. Amigos forever!

Ao meu amigo Ney Ceolin, que me deu um notebook! Como ele mesmo disse: “Velho, mas funciona!”. Minha dissertação foi nele digitada. Valeu, Ney!

Ao meu amigo Daniel Honorato, que sempre teve a coragem de me receber. VALEU, irmão!

Aos meus pais Caetano (*in memoriam*) e Regina, por terem me dado o dom da vida. Caê, onde você estiver... VALEU! Te amo, Mãe.

Ao meu avô Francisco (*in memoriam*). “Seu Chico”, obrigada por ter me ensinado a viver!

“Criado por Deus,
Amado por poucos,
Odiado por muitos,
Respeitado por todos.”

SÚMULA CURRICULAR

Luís Eduardo de Oliveira Muraro é geógrafo bacharel (2007) e licenciado (2012) pela Universidade Estadual de Campinas. Iniciou seu Mestrado em 2015 no Instituto de Geociências da UNICAMP. Também participou como Auditor Ambiental das ONGs Jequitibá e Aimara nas seguintes bacias do município de Campinas: Anhumas, Capivari, Piçarrão e Quilombo. Foi professor de geografia nos cursos pré-vestibular Milton Santos (Parque dos Pinheiros - Hortolândia) e Paróquia da Boa Vista (Costa e Silva - Campinas). Atua em levantamentos em um projeto conjunto com a Defesa Civil de Campinas e com o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. Atua nas áreas de Ciências Exatas e da Terra / Área: Geociências/Subáreas: Hidrografia, Pedologia e Geologia. Trabalhos publicados **em anais de congressos:** **MURARO, L. E. O.**; PEREIRA, S. Y.; PEREIRA, P. R. B. O potencial de reservação de água subterrânea na planície de inundação do rio Atibaia, Distrito de Barão Geraldo, Campinas, SP. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2016, Campinas. XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Campinas, 2016. v. 1. p. 1-19. VITTE, Antonio Carlos; MELLO, J. P.; **MURARO, L. E. O.**; FERREIRA, T. M.; IWAKAMI, R. T.; VILELA FILHO, L. R. Utilização da morfometria de Bacias Hidrográficas como suporte ao mapeamento da fragilidade ambiental nos municípios de Sumaré e Valinhos, Região Metropolitana de Campinas (SP) Brasil. In: II Seminário Latinoamericano de Geografia Física, 2002, Maracaibo. II Seminário Latinoamericano de Geografia Física, 2002. VITTE, Antonio Carlos; IWAKAMI, R. T.; VILELA FILHO, L. R.; **MURARO, L. E. O.**; MELLO, J. P.; FERREIRA, T.M. Mapeamento das Unidades de Paisagem nos Municípios de Sumaré e Valinhos, Região Administrativa de Campinas (SP). In: II Geocuenca, 2001, Havana. II Geocuenca, 2001. VITTE, Antonio Carlos; VILELA FILHO, L. R.; IWAKAMI, R. T.; MELLO, J. P.; **MURARO, L. E. O.**; MELLO, J. P.; FERREIRA, T. M. Caracterização Morfométrica de Bacias de Drenagem como suporte ao mapeamento da fragilidade ambiental nos municípios de Sumaré e Valinhos, Região Metropolitana de Campinas (SP). In: 8º Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 2001, Recife. Anais do 8º Simpósio de Geografia Física Aplicada, 2001. Unicamp de Portas Abertas UPA 2015. organização do evento no IG. 2015. (Feira). **Trabalho de conclusão de curso de graduação:** Guilherme Alberto Tosadori. Situação dos poços domésticos e da qualidade de água subterrânea captada nos bairros Piracambaia no distrito de Barão Geraldo, Campinas - SP. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geologia) - Universidade Estadual de Campinas. Orientador: **Luís Eduardo de Oliveira Muraro**. Pesquisou sobre o uso e reuso do solo, sobre a estruturação de logística em transportes (rodo/hidro-ferroviária). Pensou em estratégias para as redes e fluxos do sistema Mundo e do Brasil - empresas. Tem estudos e trabalhos realizados sobre a coleta seletiva em condomínios e o Centro de Atividade SESI. Possui estudos preliminares sobre o crédito de carbono. Realizou levantamentos *in situ* através de GPS portátil e fixo, levantamentos sobre redes de drenagem, com ênfase em processo erosivos - especialidade gradiente de declive. Tem pesquisas sobre a prévia manutenção dos solos para evitar voçorocamento e ravinamento, sobre recuperação florestal, criação de corredores ecológicos entre as sombras de matas, sobre a manutenção corretiva e preventiva de micros-bacias, o uso racional da água. Tem interesse no estudo de fotografias aéreas e imagens de satélites sobre o impacto antropomórfico na natureza. Fez trabalhos de Campo geográficos (humanos e físicos) e geológicos dos mais variados. É professor com 21 anos de experiência em aulas de Geografia. Ministra aulas particulares ou em turmas, ministradas a estudantes de ensino médio e superior. Atua na área de levantamento de campo, com análise de bacias hidrográficas, erosão e geografia urbana. Trabalha, também, com Auditoria Ambiental

RESUMO

As planícies aluviais são geossistemas situados próximos ao nível de base de cursos de água. Consideradas como áreas de descarga do escoamento básico de rios, e resultados de processos de assoreamento de sedimentos e erosão do rio ao longo do Quaternário, formam um sistema complexo e dinâmico, seja em relação às suas características físicas, como biológicas. As ocupações urbana e peri-urbana nesses locais classificam-nas como áreas de risco hidrológico, uma vez que cheias sazonais de chuvas extremas impactam a comunidade residente. A planície do rio Atibaia é uma extensa área limítrofe com os municípios de Campinas, Jaguariúna e Paulínia situada na transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Atlântico. Trata-se de uma área de cerca de 34 km², onde o rio Atibaia corre encaixado nas fraturas e falhas do embasamento cristalino. A planície forma uma pequena bacia sedimentar, decorrente do afunilamento da calha por diabásios a jusante e a montante por rochas gnáissicas. Ela apresenta dois terraços representativos de fases de formação da planície, paleomeandros e paleocanais, antigas barras de pontal e diques marginais. Pequenas elevações são encontradas ao longo das margens do rio e migrações de meandros recentes de sentido noroeste e sudeste foram registradas, dado que o rio se encontra meandrante nessa parte de seu curso. Os campos úmidos e bacias de decantação representam uma área com níveis aflorantes do aquífero freático e áreas de baixios (na região mais baixa da planície), onde a água se acumula e escoar. A proximidade de centros urbanos de Campinas e de sua Região Metropolitana favoreceu a instalação de indústrias de grande porte (Paulínia), fazendas e sítios, e, atualmente, áreas peri-urbanas (Paulínia e Campinas). A planície situa-se entre três municípios de características socioeconômicas diferentes e, por isso, atribuem usos diferenciados para a região. A planície em Jaguariúna (margem direita do rio Atibaia) apresenta uma zona urbana e industrial e áreas de expansão urbana; em Campinas (margem esquerda), a planície é considerada Macrozona de Relevância Ambiental e, por essa razão, ações de preservação do ecossistema são favorecidas na planície. Em Paulínia, limítrofe aos dois municípios, há a presença de uma zona industrial de grande porte. O resultado é a presença mista de ocupações, como as urbanas e em urbanização (condomínios de padrão elevado e moradias simples), chácaras de lazer, sítios, haras e áreas com culturas temporárias, em contraste com a existência de sistemas de tratamento de efluentes e atividades de mineração. Sua susceptibilidade elevada a enchentes e inundações atreladas aos eventos de chuva extrema e a ocupação de seus terrenos resultam em risco à ocupação da terra.

Palavras-chave: Rio Atibaia; Feições geomorfológicas; Planície aluvial; Uso da terra; Urbanização; Inundação; Conflitos socioeconômicos.

ABSTRACT

The alluvial plains are ecosystems situated near the base level of watercourses; they are considered areas of discharge of the base flow of rivers, and results of sedimentation and erosion processes of the river during the Quaternary. Plains comprise a complex and dynamic system, both in terms of their physical and biological characteristics. Urban and peri-urban occupation in these locations classifies them as areas of hydrological risk, since the seasonal floods from the extreme rainfall impacts the resident community. The Atibaia river plain is an extensive border area with the municipalities of Campinas, Jaguariúna and Paulínia, it is located in the transition between the Peripheral Depression and the Atlantic Plateau. It is an area of about 34 km², where the Atibaia river flows embedded in the fractures and faults of the crystalline basement. The plain forms a small sedimentary basin, due to the tapering of the river channel by diabases rocks in the downstream, and in the upstream by gneiss rocks. It presents two terraces representative of the formation phases of the plain, where paleomeanders and paleochannels, old point bars and levees are found. Small elevations, along of the river banks, and northwest and southeast direction of migrations of recent meanders were recorded, since the river is meandering in this part of its course. Wetlands and sedimentation basins present areas with shallow groundwater level, and lowland areas (in the lowest region of the plain) where water accumulates and flows. The proximity of urban centers of Campinas and its Metropolitan Region favored the installation of large industries (Paulínia), farms and sites and now peri-urban areas (Paulinia and Campinas). The plain is an extensive area located between three municipalities of different socioeconomic characteristics, and therefore they attribute different landuses. The plain in Jaguariuna (right bank of the Atibaia river) presents urban and industrial zone and areas of urban expansion; in Campinas (left bank), the plain is considered Macrozone of Environmental Relevance and for that reason actions of preservation of the ecosystem is favored in the area. In Paulínia, bordering the two municipalities, there is the presence of a large industrial zone. The result is the mixed presence of occupations, such as urban and urbanization (high standard condominiums and low-income houses), leisure farms, sites and areas with temporary crops, in contrast to the existence of effluent treatment systems and mining activities. Their high susceptibility to seasonal flooding and the landuse occupation result in risk to land occupation.

Key-words: Atibaia river; geomorphological features; alluvial plain; landuse; urbanization; flooding; social and economic conflicts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes típicos de uma planície de inundação	27
Figura 2 - Área de estudo: a planície do rio Atibaia (em amarelo e contornado em vermelho) e o divisor hidrográfico (com contorno pontilhado preto)	32
Figura 3 - Mapa geológico simplificado da região da planície do rio Atibaia	34
Figura 4 - Hipsometria da planície na base cartográfica do IBGE (2009)	37
Figura 5 - Distribuição dos componentes da planície aluvial do rio Atibaia	39
Figura 6 - Linha de borda de terraço encontrada na margem esquerda (sentido montante), próxima à planta da Rhodia-Solvay – limite oeste da área de estudo.	39
Figura 7 - Três grandes bacias de decantação encontradas na planície na margem direita, sentido jusante	40
Figura 8 - Presença de diques marginais e presença de pequena bacia de decantação na margem esquerda do rio (limitados em vermelho e em amarelo)	41
Figura 9 - Presença de diques marginais próximos ao rio Atibaia (em verde).....	41
Figura 10 - Campo úmido próximo à Estrada da Servidão em direção ao Bairro Piracambaia II. Ao longe, o taboal (Taboa – <i>Typha domingensis</i>).	42
Figura 11 - Campo úmido localizado junto à Estrada das Garças ou Servidão	43
Figura 12 - Meandros abandonados (em verde) e Paleomeandros (em azul claro).....	44
Figura 13 - Distribuição dos meandros abandonados, paleocanais e paleomeandros na planície do rio Atibaia	45
Figura 14 - Barras de Pontal (em azul).....	46
Figura 15 - Nascente encontrada junto à rua Tucano Toco, no Bairro Piracambaia I, porção central da planície próxima à calha do rio Atibaia	47
Figura 16 - Alguns topos de morros encontrados dentro da planície	47
Figura 17 - Topo de morro (em vermelho) com altitude aproximada de 553m: concentração de uma mata de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica	48
Figura 18 - Mudanças bruscas de direção no começo da planície - forte influência de falhamentos geológicos no local (linha em vermelho)	48
Figura 19 - Área de estudo: a planície do rio Atibaia (em amarelo e contornado em vermelho) e o divisor hidrográfico (com contorno pontilhado preto)	59
Figura 20 - Hipsometria da planície na base cartográfica do IBGE (2009)	60
Figura 21 - Localização das áreas em urbanização, haras, de indústrias de grande porte e de mineração.....	72
Figura 22 - Sistema de tratamento de efluentes da Rhodia-Solvay e mineração de areia desativada na margem esquerda do rio Atibaia, porção sudoeste da bacia no município de Campinas – limite da área de estudo	73
Figura 23 - Áreas urbanizadas e em urbanização (Chácara Piracambaia I e II, Condomínio Vale das Garças, Chácara Mariângela e Leandro, Estância Mariângela e o bairro Village Campinas (município de Campinas).....	74
Figura 24 - Haras situados na planície na porção central, em seu limite com a vertente sul, no município de Campinas	75
Figura 25 - Área urbana e em processo de urbanização e presença de olaria na planície da margem direita do rio Atibaia, em Jaguariúna, na porção central	76

Figura 26 - Mineração de areia em Jaguariúna, pequeno loteamento e chácaras em Campinas, na planície aluvial, próximos à rodovia Campinas–Mogi Mirim (SP 340).....	76
Figura 27 - Áreas ocupadas por cultivos temporários como cana-de-açúcar (traço branco) e hortaliças (traço amarela)	78
Figura 28 - Vegetação natural e plantada (Floresta Estacional Decidual – em contorno amarelo; Eucalipto, em verde).....	79
Figura 29 - (a) Mata ciliar preservada ao longo do rio Atibaia; (b) Campos Úmidos com sua vegetação característica; (c) Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual e (d) Campo úmido próximo à Estrada da Servidão em direção ao Bairro Piracambaia II.....	80
Figura 30 - Campos Úmidos na planície do rio Atibaia, no município de Campinas (margem esquerda do rio)	81
Figura 31 - Zoneamentos municipais de Paulínia, Jaguariúna e Campinas	82
Figura 32 - Poligonais de áreas em processo na Agência Nacional de Mineração para exploração mineral	86
Figura 33 - (a) Registro de formação de nuvens no dia 11/03/2016; (b) Nuvens Cumulonimbus formadas no dia 11/03/2016.	90
Figura 34 - Enchente no Bairro Vale das Garças e Inundação do rio Atibaia.....	91
Figura 35 - Trajetos viáveis para a passagem de automóveis e socorro em casos de inundação na planície.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classes, Subclasses e Unidades de Cobertura e Uso da Terra.....	63
Tabela 2 – Temperaturas médias mensais (médias, mínimas e máximas) e precipitação média mensal de série histórica de 1990 a 2018	70
Tabela 3 – Processos de solicitação de atividades de mineração, situação atual e substância requerida para exploração na planície do rio Atibaia	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS.....	20
	Referências Bibliográficas	21
3	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA PLANÍCIE DO RIO ATIBAIA	22
	Artigo 1 - Características morfológicas da planície de inundação do Rio Atibaia, entre Campinas e Jaguariúna, SP, Brasil	22
3.1	Introdução.....	24
3.2	Fundamentação teórica	25
3.3	Área de estudo.....	31
3.4	Materiais e métodos	35
3.5	Resultados	36
	3.5.1 Componentes da planície aluviais.	38
	<i>Terraços.....</i>	38
	<i>Bacias de decantação</i>	40
	<i>Diques marginais</i>	41
	<i>Campos úmidos.....</i>	42
	<i>Meandros abandonados e Paleomeandros.....</i>	43
	<i>Barras de Pontal</i>	46
	<i>Demais componentes da planície</i>	46
	3.5.2 A planície do rio Atibaia	48
3.6	Conclusão	50
	Referências.....	52
4	USO E OCUPAÇÃO DA TERRA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES.....	56
4.1	Introdução.....	58
4.2	Área de estudo.....	59
4.3	Metodologia.....	62
4.4	Fundamentação teórica	63
	<i>Cobertura e Uso da Terra</i>	63
	<i>Riscos, vulnerabilidade e catástrofes</i>	65
	<i>Enchentes, Inundação, Alagamento e Enxurrada</i>	68
	<i>Característica climática em Campinas</i>	69
4.5	Resultados	70
	4.5.1 Caracterização da Cobertura e Uso da Terra	70
4.6	As vocações e os problemas da planície	82

4.6.1	Os diferentes zoneamentos municipais para a planície e as ocupações atuais	82
4.6.2	A vocação minerária na planície	84
4.6.3	Enchentes e Inundações.....	87
4.7	Conclusão	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	Referências.....	96

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi elaborada na forma de dois artigos. O primeiro artigo é denominado “Características morfológicas da planície de inundação do rio Atibaia, entre Campinas e Jaguariúna, SP, Brasil” e apresenta a planície do rio Atibaia, suas feições morfológicas principais e as estruturas que condicionam sua formação.

O segundo artigo intitula-se “Planície aluvial do rio Atibaia: uso e ocupação da terra – vocações e conflitos” e aborda a questão do uso e ocupação da terra, de suas aptidões e os conflitos decorrentes. Ainda discute a questão das enchentes e inundações periódicas e o risco hidrológico existente.

Por fim, uma conclusão geral do estudo será apresentada no último capítulo da dissertação.

1 INTRODUÇÃO

A planície representa um geossistema dinâmico com forte interação entre solo-rocha-água. O termo geossistema pode apresentar diferentes concepções (Tricart, 1981). Pode ser qualquer objeto estudado pelas Ciências da Terra, os quais as planícies aluviais fazem parte.

Os conceitos atuais sobre a planície já abarcam a sua função de geossistema: a planície apresenta também a zona ripária, definida como zonas próximas a corpos de água que influenciam fortemente a transferência de energia, nutrientes e sedimentos entre os ecossistemas terrestres e aquáticos (KOBAYAMA, 2003). A zona ripária compreende a planície de inundação (geralmente inundada a cada 1-3 anos) e abrange do regolito até o topo da copa da floresta. A zona hiporreica é um ecossistema pertencente à zona ripária que existe no leito do rio.

As planícies, também pertencem, aos geossistemas que dependem das águas subterrâneas (*Groundwater dependent Ecosystem - GDE*), ou seja, as águas subterrâneas possuem relevante importância para a sustentabilidade de certos tipos de ecossistemas aquáticos, terrestres e costeiros, vitais para a manutenção da integridade ecológica, seja em regiões de climas úmidos ou secos (FOSTER et al., 2006).

As planícies, além de seu desempenho como ecossistema único, apresentam forte interação com as dinâmicas do ciclo hidrológico e das bacias hidrográficas. As características morfológicas da planície mostram sua evolução e a dinâmica das águas do rio e das águas subterrâneas. É possível, assim, estudar tais características, como fizeram Allen (1965), que apresenta uma revisão das características de sedimentos fluviais com respeito à geometria, textura, estrutura e biologia, categorias relacionadas às dinâmicas do escoamento da água, ao controle da deposição e transporte de sedimentos e às atividades morfológicas da drenagem, e Rinaldi et al. (2016), que trazem uma classificação da morfologia do rio e a hidrologia, destacando a importância dos processos hidrológicos e da morfodinâmica dos canais de rios e de suas planícies para a classificação dos corpos de água, para o entendimento de seu funcionamento e para a identificação de ações de gestão apropriadas.

No Brasil, Corradini, Fachini e Stevaux (2006) definiram quatro unidades de planície de inundação no rio Paraná e duas unidades na ilha de Mutum (PR). No rio Mogi Guaçu (SP), a variabilidade das larguras das planícies está relacionada às litologias e estruturas geológicas por onde passa. Os movimentos tectônicos no médio-curso-inferior do

rio são responsáveis pela sedimentação e desenvolvimento das planícies no médio-curso-superior e no baixo-curso-superior (ZANCOPÉ; PEREZ FILHO, 2006).

As planícies aluviais apresentam crescente ocupação humana, seja pela peri-urbanização (processo mais comum) decorrente do crescimento e da metropolização das grandes cidades por população mais carente, bem como da história de ocupação da cidade, em que a planície era a área rural dos municípios, e grandes fazendas e sítios a ocupava. Peloggia (2005) considera que as planícies, hoje, principalmente em cidades como São Paulo, muito modificadas pelo homem, têm potencial erosivo devido aos vários processos tectogênicos (aterramentos, terraplanagens, desmatamento, urbanização, aberturas de estradas etc.), à constante remobilização de material por solapamento das margens dos canais em função da instabilidade gerada.

Os eventos de inundações, enchentes e alagamentos são a maioria dentre os atendimentos realizados pela Coordenadoria de Defesa Civil Estadual (CEDEC) entre 2000 a 2008, e trazem consigo efeitos diretos e indiretos, como mortes por afogamento, destruição de moradias, danos materiais e doenças transmitidas por água contaminada (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL (Org.), 2009)

Aerts et al. (2018) relatam que as inundações causam grandes perdas se comparadas a todas as catástrofes naturais ocorridas durante as últimas décadas, algo perto de US\$ 60 bilhões em 2016, valor que pode triplicar até 2050 devido ao aumento contínuo da população e dos ativos econômicos em áreas de inundação, frequentemente vistas como regiões economicamente atrativas para o desenvolvimento. Os autores, ademais, ressaltam a importância de se continuar as pesquisas de vulnerabilidade social que definam fatores direcionadores à escala local, bem como melhorem o entendimento de como esses fatores variam entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

A planície do rio Atibaia, que faz limite entre os municípios de Campinas, Jaguariúna e Paulínia. Localizando-se em uma área que facilita a ocupação humana e a peri-urbanização, que devido a ausência de estruturas urbanas, reduzem o custo do terreno no local. A área já se encontra ocupada por fazendas, sítios e culturas temporárias, e loteamentos de elevado padrão.

As enchentes e inundações sazonais são os riscos hidrológicos existentes e, de acordo com a Defesa Civil de Campinas, trata-se da maior área de risco no município.

A dinâmica das chuvas e dos fenômenos climáticos também são analisados em função de algumas ocorrências.

A caracterização da planície e a identificação de seu risco hidrológico são necessárias para o maior entendimento da dinâmica do terreno, das ocupações humanas e da susceptibilidade existente, os quais fornecerão subsídios para a gestão territorial dos municípios e para os planos preventivos

2 OBJETIVOS

Os objetivos principais da presente dissertação são caracterizar a área de estudo e identificar os seus componentes, os quais indicam a sua formação, e apresentar uma análise do uso e da ocupação da terra na planície do rio Atibaia, lugar de diferentes visões de uso que apresenta alta susceptibilidade de risco hidrológico decorrente das inundações periódicas do rio.

Referências Bibliográficas

AERTS, J. C. J. H. et al. Integrating human behavior dynamics into flood disaster risk assessment. **Nature Climate Change**, London, n. 8, p. 193-199, mar. 2018.

ALLEN, J. R. L. A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. **Sedimentology**, New Jersey, v. 5, n. 2, p. 89-191, sep. 1965.

CORRADINI, F. A.; FACHINI, M. P., STEVAUX, J. C. Controle geomorfológico da distribuição da vegetação ripária do rio Paraná: Parte I – Unidades Geomórficas da Planície de Inundação. **Revista UnG – Geociências**, Guarulhos, v. 5, n. 1, p. 13-21, 2006.

FOSTER, S. et al. Groundwater Dependent Ecosystems - the challenge of balanced assessment and adequate conservation. Sustainable **Groundwater Management: Concepts & Tools**, The World Bank, GW-MATE Briefing Note Series, Note 15, n. 1, jan. 2006. Disponível em: <documents.worldbank.org/curated/en/407851468138596688/pdf/442960BRI0BOX31Jan0110200601public1.pdf>.

KOBIYAMA, M. Conceitos de zona ripária e seus aspectos geohidrobiológicos. In: I SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL, 2003, Alfredo Wagner – SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003, p. 01-13.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 16, p. 24-31, 2005.

RINALDI, M. et al. Classification of river morphology and hydrology to support management and restoration. **Aquatic Sciences**, Bern, v. 78, n. 1, p. 17-33, jan. 2016.

TRICART, J. I. **Paisagem e Ecologia**. São Paulo: IGEO/USP, 1981.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

ZANCOPE, M. H. C.; PEREZ FILHO, A. Considerações a respeito da distribuição das planícies fluviais do rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 7, n. 1, 2006.

3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA PLANÍCIE DO RIO ATIBAIA

Artigo 1 - Características morfológicas da planície de inundação do Rio Atibaia, entre Campinas e Jaguariúna, SP, Brasil

RESUMO

As planícies aluviais são geossistemas situados próximos ao nível de base de cursos de água, onde vários ambientes se interrelacionam. Elas são consideradas áreas de descarga do escoamento básico de rios, e resultados de processos de assoreamento de sedimentos e erosão do rio ao longo do Quaternário. Compreendem um sistema complexo e dinâmico, seja em relação às suas características físicas, como biológicas. As ocupações urbana e peri-urbana estão localizadas em áreas de risco hidrológico, uma vez que cheias sazonais ou chuvas extremas impactam a comunidade residente. A planície do rio Atibaia é uma extensa área limítrofe com os municípios de Campinas, Jaguariúna e Paulínia situada na transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Atlântico. Trata-se de uma área de cerca de 34 km², onde o rio Atibaia corre encaixado nas fraturas e falhas do embasamento cristalino. A planície forma uma pequena bacia sedimentar, decorrente do afunilamento da calha por diabásios a jusante e a montante por rochas gnáissicas. Ela apresenta dois terraços representativos de fases de formação da planície, paleomeandros e paleocanais, antigas barras de pontal e diques marginais. Pequenas elevações são encontradas ao longo das margens do rio e migrações de meandros recentes de sentido noroeste e sudeste foram registradas, dado que o rio se encontra meandrante nessa parte de seu curso. Os campos úmidos e as bacias de decantação representam uma área com níveis aflorantes do aquífero freático e áreas de baixios (na região mais baixa da planície), onde a água se acumula e escoar.

Palavras-chave: Rio Atibaia; Feições geomorfológicas; Planície aluvial.

Article 1 - Morphological Characteristics of the Atibaia River Foodplan, Campinas and Jaguariúna Municipalities, SP, Brazil

ABSTRACT

The alluvial plains are geosystems situated near the base level of watercourses, where several environments are interrelated. They are considered areas of discharge of the base flow of rivers, and results of sedimentation and erosion processes of the river during the Quaternary. Plains comprise a complex and dynamic system, both in terms of their physical and biological characteristics. Urban and peri-urban occupation in these locations classifies them as areas of hydrological risk, since the seasonal floods or the extreme rainfall impacts the resident community. The Atibaia river plain is an extensive border area with the municipalities of Campinas, Jaguariúna and Paulínia, it is located in the transition between the Peripheral Depression and the Atlantic Plateau. It is an area of about 34 km², where the Atibaia river flows embedded in the fractures and faults of the crystalline basement. The plain forms a small sedimentary basin, due to the tapering of the river channel by diabases rocks in the downstream, and in the upstream by gneiss rocks. It presents two terraces representative of the formation phases of the plain, where paleomeanders and paleochannels, old point bars and levees are found. Small elevations, along of the river banks, and northwest and southeast direction of migrations of recent meanders were recorded, since the river is meandering in this part of its course. Wetlands and sedimentation basins present areas with outcroppings of the groundwater table, and lowland areas (in the lowest region of the plain) where water accumulates and flows.

Key words: Atibaia river; geomorphological features; alluvial plain.

3.1 Introdução

Planícies aluvionais são consideradas zonas de recarga ou descarga de sistemas hidrogeológicos locais a regionais. Estudos recentes têm demonstrado a complexidade e importância desses aquíferos (BRUNKE; GONSER, 1997; ROHDE; FROEND; HOWARD, 2017).

Elas fazem parte dos “Ecossistemas dependentes de Águas Subterrâneas” (EDAS, equivalente de *Groundwater dependent Ecosystem – GDE*) (FOSTER, S. et al., 2006). Os EDAS compreendem um complexo e diverso (e biodiverso) setor de ecossistemas mundiais que se caracterizam pelo grau de dependência da água subterrânea para manter sua composição e função ambiental (HATTON; EVANS, 1998; MURRAY et al., 2008). As águas subterrâneas desempenham um papel particularmente relevante para a sustentabilidade de certos tipos de ecossistemas aquáticos, terrestres e costeiros, sendo vitais para a manutenção da integridade ecológica, seja em regiões de climas úmidos ou secos. O fluxo de base do curso de água é proveniente da descarga da água subterrânea e resulta da permeabilidade do aquífero, da geologia local e regional, do armazenamento na margem e na planície de inundação e da topografia do nível de água (potenciometria do aquífero). Estudos internacionais sobre os EDAs indicam a sua importância e a necessidade da manutenção desses ecossistemas em função do impacto de mudanças climáticas, das atividades agrícolas (irrigação por águas de reuso) e da urbanização (efluentes domésticos).

A análise da planície envolve toda a área de drenagem, uma vez que se situa no nível de base do rio e, portanto, todas as águas de escoamento superficial e subsuperficial a ela se direcionam.

Geomorfologicamente, a planície aluvial (ou de inundação) pode ser definida como uma macroforma que é caracterizada por uma típica assembleia de mesoformas (barras de pontal, diques marginais, lagoas, pântanos etc.) e até microformas (marcas de onda, dunas) (MARRIOT; ALEXANDER, 1999; MARRIOT, 2004).

De acordo com Ward e Stanford (1995), a planície aluvial está saturada pelas águas do rio e pela influência lateral das águas subterrâneas. A água e os materiais são transportados mais rapidamente por meio dos aquíferos aluviais, dentro de uma rede ou pelas camadas de paleocanais de elevada porosidade.

As aluviões são um importante testemunho da formação e das dinâmicas dos canais fluviais, da zona ripária, das vertentes, do paleoclima, da vegetação e da própria bacia hidrográfica.

É sabido que as enchentes e as inundações estão se tornando cada vez mais frequentes e mais violentas devido às mudanças climáticas e à acelerada ocupação e impermeabilização do solo. Mesmo longe dos centros urbanos, o volume de escoamento superficial fica comprometido em razão dos picos de vazões das cheias (VENDRAME; LOPES, 2005). Segundo Benson e Clay (2003, p. 21), o perigo de inundação é “um evento hidrológico que tem potencial de causar prejuízo e danos”.

As planícies aluviais sofrem também transformações antrópicas, como aterros e escavações, que modificam o modelado natural, considerado por Peloggia (2005) registro sedimentar holocênico (e pleistocênico). As transformações antrópicas são decorrentes de processos tectogênicos nas planícies urbanas ou periurbanas (idem).

Logo, o objetivo do presente artigo é caracterizar as planícies do rio Atibaia e identificar os componentes das planícies que indicam os processos de assoreamento e sedimentação desses ambientes. As frequentes inundações e alagamentos e a expansão da ocupação humana na planície a transformaram em área de risco hidrológico (BRASIL/CPRM, 2013). O entendimento da planície é essencial para entender a dinâmica e o ambiente de vital importância para a manutenção e preservação dos rios.

3.2 Fundamentação teórica

As planícies aluviais podem ser consideradas sistemas rio-planícies e apresentam diversos ecossistemas, como o rio, as várzeas ou brejos, as ilhas ou zonas de transição (ROCHA, 2011), e possuem diferentes formas e espessuras. São notadamente baixios próximos ou muito próximos ao canal. Elas servem como agentes reguladores da bacia, sendo responsáveis pela reserva livre das águas excedentes das cheias e inundações (PEREZ FILHO; DONZELLI; LEPSCHI, 1980). São o tipo mais comum de sedimentação fluvial que existe.

Contêm estruturas geomorfológicas muito complexas, e além de possuírem várias feições e formas, como morros, bacias de decantação, apresentam uma série de dinâmicas que podem influenciar diretamente ou não o comportamento do rio em seu leito menor.

A deposição do material está ligada diretamente às cheias do leito, bem como ao assoreamento marginal que é resultado tanto pela ação antrópica como pelos próprios movimentos laterais (ZANCOPÉ; PEREZ FILHO, 2006). Ao ocorrer o transbordo do canal, os materiais, que vão desde detritos em formas de grãos e partículas, passando por matérias

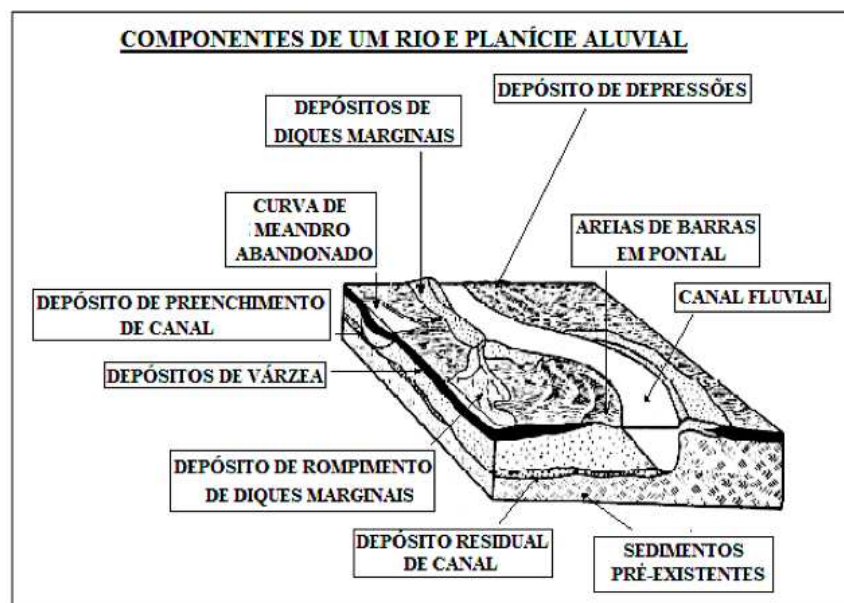
orgânicas, lixo, produtos oriundos da antropomorfização, até enormes matacões, são transportados. Outros sedimentos de origem clástica como areias, cascalho e até mesmo lama são constantemente depositados no fundo do leito e nas margens dos rio e dos córregos da planície. Estes sedimentos, denominados de aluvião (BRASIL/CPRM, 1974), muitas vezes, com o extravasamento do canal pelas águas do rio, passam a ser depositados também em terras inundáveis e alagadiços. Os depósitos nessas áreas fazem com que elas sejam classificadas como planícies aluviais (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A aluvião pode variar de alguns centímetros até metros de espessuras. Um fator importante e que deve ser considerado em sua formação é que ela primeiramente aparece nos baixios laterais que se encontram imediatamente após os diques marginais ao leito principal (PEREZ FILHO; DONZELLI; LEPSCHI, 1980). Os diques são estruturas mais altas que se encontram entre o canal principal do rio e a planície de inundação (idem). Geralmente de material mais resistente, sua composição na região da planície é de origem diabásica ou basáltica. Os diques quase sempre se encontram a poucos centímetros ou metros de terrenos aplainados chamados pediplanares (idem). Essas feições contribuem para a formação de micro-bacias de decantação onde ocorre grande deposição aluvial (idem). Outra dinâmica do rio muito comum na área de estudo é a “migração dos meandros” (LEINZ; AMARAL, 1995). Há, portanto, três processos que alteram e agem fortemente sobre a configuração da planície. O primeiro deles é o erosivo, onde as margens são moldadas ora de forma constante, ora de forma abrupta pelas curvas do rio. O segundo, denominado deposicional (POPP, 1998), ocorre quando o material se deposita de forma irregular criando as chamadas planícies de deposição. E, finalmente, o terceiro, quando ocorre a esculturação do terreno pela força da inundação, originando, montes, morrotes e bancos sedimentares. Devido à movimentação do material pela águas das cheias, há uma grande facilidade de esculturação da topografia local, no caso pelo Rio Atibaia.

As aluviões são um importante testemunho, uma vez que as análises de campo permitem obter dados históricos das dinâmicas dos canais fluviais, da zona ripária, das vertentes, do paleoclima, da vegetação e da própria bacia hidrográfica. Podem ser extraídos dados variados como, por exemplo, os geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, paleobotânicos, paleoclimáticos, pedológicos, antropomórficos, entre outros, a fim de se compreender a sua dinâmica e formação. A maioria do material provém de escavações realizadas pelo rio em seu leito e de águas pluviais. No solo ou na rocha sã, as águas provocam o aprofundamento da calha e fornecem grande parte do material que, ao ser transportado pelas cheias, é depositado nos sítios aluviais (CHRISTOFOLETTI, 1980). Esse

processo realizado de forma constante cria algumas feições típicas das planícies, como os terraços fluviais (idem). Os terraços fluviais são constituídos, geralmente, por material aluvial. Estão dispostos em diferentes níveis: partem dos mais afastados, mais altos e mais antigos e, à medida que se aproximam do nível do rio, tornam-se mais jovens e mais baixos. A origem dos terraços aluviais está ligada a algumas causas como as mudanças climáticas, o regime hidrológico, os processos tectônicos, vulcanismo, as alterações geomorfológicas diversas etc. O principal causador dessa mudança é o chamado nível de base (BRASIL/CPRM, 1974). Nível de base é uma linha imaginária altimétrica onde o rio não consegue mais erodir. Nesse local predomina o acúmulo e a deposição de material carreado e transportado (idem). As altitudes e as áreas diferenciadas são evidências do comportamento do curso d'água. Outra feição muito comum encontrada são os diques marginais (CHRISTOFOLETTI, 1980). Verdadeiras barreiras naturais de tamanhos do mais variados separam o rio da Planície. A dinâmica do curso faz com que o rio abandone algumas áreas antes ocupadas pelo seu leito, dando origem, assim, aos denominados meandros (Figura 1).

Figura 1 - Componentes típicos de uma planície de inundação



Fonte: Christofolletti, 1980

Ao migrar e abandonar o seu leito inicial, o rio dá origem a lagos e lagoas. Toda essa estrutura começa com os depósitos residuais de materiais clásticos, como a areia e a argila. Esses materiais passam a ter um papel fundamental na formação de pequenos morros e de outras feições.

As feições podem ser classificadas como Feições de acumulação e Feições de dissecação, definidas a seguir:

- **Feições Geomorfológicas Fluviais de Acumulação:** as feições de Acumulação (VERSTAPPEN, 1983) referem-se ao material depositado que foi anteriormente removido e transportado pelos agentes de erosão. Esses agentes, no caso da planície, são as águas fluviais, principalmente as das cheias e enchentes.
 - *Barras de Pontal:* desenvolvem-se nas margens convexas dos rios meândricos. Na sua evolução, agem diretamente na acreção lateral. Esse processo culmina com a acumulação de sedimentos verticais laterais. Nas partes onde o rio é retilíneo, as barras de pontal são chamadas de barras laterais (CHARLTON, 2008).
 - *Diques Marginais:* os diques marginais (ZANCOPÉ, 2008), ou *Natural Levee* (CHARLTON, 2008), fazem parte dos modelados da planície. São elevações que se estendem paralelamente ao longo do canal do rio. São de baixa altitude e sua formação está ligada diretamente à deposição fluvial. São geralmente compostos por deposição arenosa e sua acumulação se deve às cheias do rio e ao consequente transbordo do canal principal. Os diques marginais agem como agentes retentores das águas fluviais e pluviais, impedindo um escoamento rápido.
 - *Paleodrenagens:* são depósitos lineares fluviais e correspondem a uma drenagem pretérita. As paleodrenagens podem ser de dois tipos. O primeiro tipo é quando são classificadas como uma drenagem pré-existente (TUCCI, 2012), ou seja, um paleocanal (CHRISTOFOLETTI, 1980; CHARLTON, 2008) ; o segundo, quando são classificadas como um meandro abandonado (ZANCOPÉ, 2008), onde ocorre a sua “colmatação”, ou seja, o seu preenchimento sedimentar (SUGUIO, 2003).
- **Feições Geomorfológicas Fluviais de Dissecação**
 - *Terraços:* os terraços aluviais (ZANCOPÉ; PEREZ FILHO, 2006) possuem formação plana e são levemente inclinados.

Apresentam uma quebra de linha em relação ao perfil do rio e são registros históricos de deposições do canal do rio e das planícies anteriores. Essas últimas estão situadas em nível imediatamente inferior ao terraço. Os terraços, assim, são compostos por material aluviais (PEREZ FILHO; DONZELLI; LEPSCHI, 1980). São exemplos dessa evolução: geomorfologia, processos tectônicos e mudanças climáticas. Esses fatores atuam diretamente ou indiretamente na sua forma do relevo devido ao soerguimento epirogenético, ao falhamento ou à captura do rio por processos erosivos. Ocorre, nesse caso, a mudança do Nível de Base.

- *Pequenas Planícies e Pequenos Terraços*: um misto de pequenas planícies e terraços. São áreas planas onde são encontrados meandros abandonados que possuem cordões deposicionais de sedimentos (IBGE, 2009). Na planície, as bordas de terraço fazem a divisa entre as aluviões mais antigas e a atual área inundável. Sua formação está ligada diretamente à variação do nível de base (CHRISTOFOLETTI, 1980). Conhecidas também como Feições de Dissecção (VERSTAPPEN, 1983), possuem agentes que ocasionam desgaste e erosão nos materiais. São agentes importantes na função de dissecção as águas pluviais e a ação eólica.

- *Meandros Abandonados*: os meandros abandonados ou *Oxbow Lake* (CHARLTON, 2008) são uma avulsão, ou seja, um seccionamento do canal principal. São encontrados em planícies de inundação geralmente largas, onde a declividade é relativamente baixa.

- *Anomalias de Drenagem*: são feições do canal de drenagem onde ocorrem bruscas mudanças no curso do rio (ALMEIDA, 1964). Essa anomalia é facilmente perceptível pois o padrão se altera de forma bem acentuada.

Os diferentes tipos de ambientes encontrados nas planícies apresentam-se como subambientes (BAYER; ZANCOPÉ, 2014) associados às diferentes zonas de sedimentação, que vão desde a planície inundada até os baixios sazonais. Eles se subdividem da seguinte forma:

- **Ambientes Sedimentares Associados à Planície Aluvial:** ligados diretamente às características do ciclo hidrológico. Esse ambiente segmenta-se em dois subambientes aluvionais:

- *Subambiente de Planície Raramente Inundável:* com baixa acreção vertical (BAYER; ZANCOPÉ, 2014), possui altitudes mais elevadas e ocasionalmente sofre com a cheias.
- *Subambiente de Pântano:* localiza-se geralmente na parte mais distante da planície aluvional. No geral, é descontínuo, possuindo características muito peculiares de um para outro. Devido à sua distância, sofre pouca influência das cheias do rio. Nesse subambiente são normalmente encontradas nascentes ou, logo abaixo, lentes de argila.

- Campos Úmidos são formações raras e particulares (TANNUS; ASSIS, 2004). São assim chamados por serem compostos por várias nascentes. Seu substrato vegetal é composto, principalmente, de plantas herbáceas e subarborescentes. Em alguns casos, são encontrados uns poucos espécimes de pequeno e médio porte. Compõem naturalmente mosaicos de terrenos úmidos e alagadiços de savanas (cerrado), matas ciliares e planícies de inundação. Sua flora pode ser rica em quantidade de indivíduos, mas é relativamente pobre em espécies. Essas formações são definidas por suas características morfológicas peculiares de alagadiços.

- **Ambientes Sedimentares Associados ao Canal Principal:** devido à sua proximidade com o canal, sofrem influência direta e constante em épocas de cheias. Dividem-se em:

- *Subambiente do canal principal:* mesmo dentro do leito menor do rio encontramos partes integrantes da aluvião. Contendo um talvegue bem definido, somente em casos extremos esse subambiente não sofre ação direta das águas do canal principal.

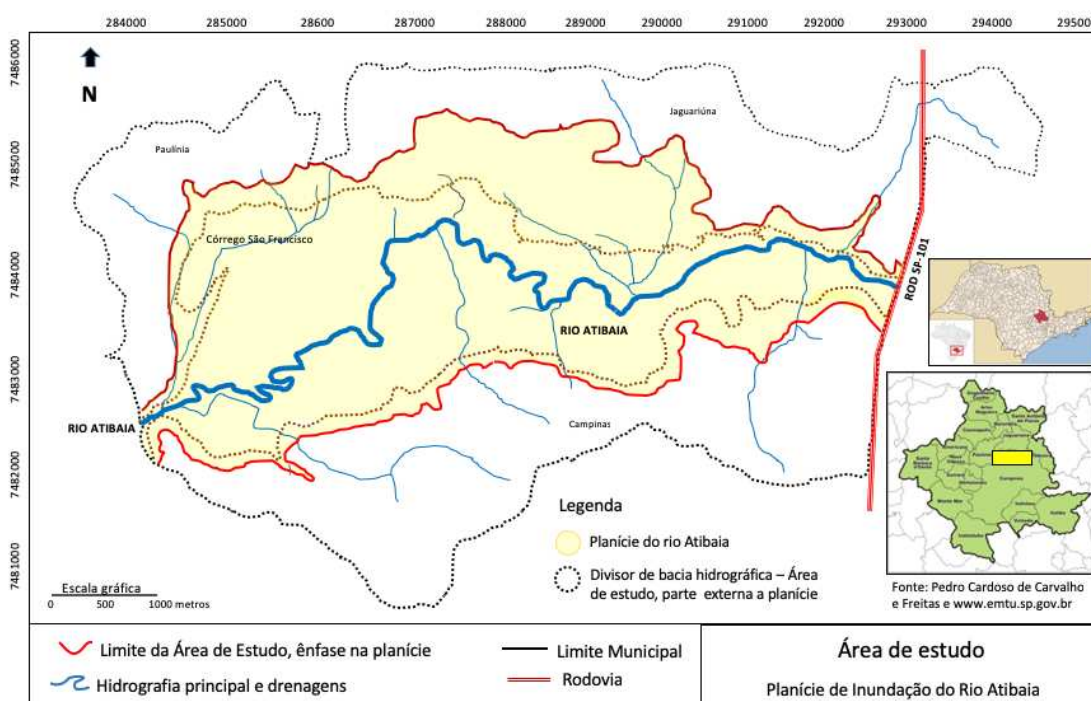
- *Subambiente de canais secundários*: dos trechos a serem estudados, a foz dos rios secundários é um dos ambientes mais dinâmicos encontrados na planície.
- *Subambiente de Barras Laterais*: devido à senilidade do rio, o talvegue sinuoso fornece material para forte deposição lateral. Criam-se, assim, bancos de areia com topografia suave e levemente inclinados.
- *Subambiente de Bancos Centrais e Ilhas*: Sistema insular.
- *Subambiente de Diques Marginais*: também conhecidos como *leeves* (BAYER; ZANCOPÉ, 2014), são formas alongadas e espalham-se ao longo do canal principal e dentro da própria planície aluvial.

3.3 Área de estudo

A área de estudo abrange a planície do rio Atibaia e suas vertentes e se localiza a 34 km do centro da cidade de Campinas. Faz o limite entre os municípios de Campinas, Jaguariúna (N) e Paulínia (NO) e está localizada entre as seguintes coordenadas 22°44'33''S, 47°07'28''O; 22°45'30''S, 47°07'19''O; 22°44'07''S, 47°00'49''O e 22°44'46''S, 47°00'58''O, ou coordenadas UTM E=284000 a 294000m e N=7481000 a 7486000m (datum Córrego Alegre).

Do centro do Distrito de Barão Geraldo até a área de estudo são percorridos 17km. Seus acessos principais são pela Rodovia Campinas-Paulínia (SP-332), pela Rodovia Campinas-Mogi Mirim (SP-340), pela estrada municipal da Rhodia (CAM-212), e também pelas estradas vicinais. A planície apresenta uma área de cerca de 34 km² (FIG. 2).

Figura 2 – Área de estudo: a planície do rio Atibaia (em amarelo e contornado em vermelho) e o divisor hidrográfico (com contorno pontilhado preto)



Fonte: Base Cartográfica IBGE, 1978, escala 1:10.000 (Luís Muraro, 2018).

A área de estudo situa-se na Feição Climática I e Célula Climática Ib (PEREIRA, 1997). Possuindo precipitação média anual variando entre 40.1(mín.) a 275.7(máx.) mm e temperatura média anual entre 6.9 °C (mín.) a 34.9 °C (máx.) (CEPAGRI, 2018). A evapotranspiração potencial média anual está entre 97 e 1044 mm e o excedente hídrico variando de 380 a 564 mm ao ano e déficit hídrico anual baixo, entre 2 e 5 mm. O trimestre menos chuvoso compreende junho, julho e agosto; o mais chuvoso, janeiro, fevereiro e março (PEREIRA, 1997).

A hidrografia da área de estudo consiste no rio Atibaia, que corta a planície de leste à oeste, e em seus afluentes, o córrego São Francisco na margem direita do rio e à oeste da área, e outro córrego, sem nome, que deságua no rio Atibaia na margem esquerda na porção oeste da área. A vazão média natural do rio Atibaia, na região da área de estudo, é de 36,5 m³/s (Posto Rio Acima, série histórica 1930-1973).¹

¹ Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/portalanovomedia/2012/01/modulo_aguas.pdf>.

A planície aluvial da área de estudo encontra-se sobreposta às rochas sedimentares, corpos de diabásio e rochas cristalinas da região norte/noroeste do município de Campinas.

As rochas do Complexo Itapira são as mais antigas, de idade do Proterozóico Médio, apresentam-se como gnaisses indiferenciados e estão situadas na porção leste. As rochas do Proterozóico Superior correspondem à Suíte Granítica Jaguariúna e são caracterizadas como hornblenda-biotita granitos pofiríticos ou facoidais, cinza róseos e biotita granitos foliados, rosa acinzentados a rosa rosados (SÃO PAULO/IG, 2009).

As rochas da Bacia Sedimentar do Paraná correspondem ao Subgrupo Itararé, de idade Carbonífero-Permiano, e são caracterizadas como arenitos feldspáticos com estratificação cruzada associados a conglomerados, ritnitos turbidíticos, associação faciológica de diamictitos maciços, e arenitos, que apresentam 3 fácies: 1 – arenitos médios a grossos arcossianos e conglomerados, 2 – arenitos com estratificação cruzada e arenitos médio ou finos e 3 – arenitos finos a médios com estratificação acanalada. Ocorrem na área intrusões, como diques e sills de Diabásio, de idade Jurássico-Cretáceo, cinzas escuros e pretos.

Há uma cobertura cenozóica na margem direita do rio Atibaia constituída por argilitos, siltitos e arenitos.

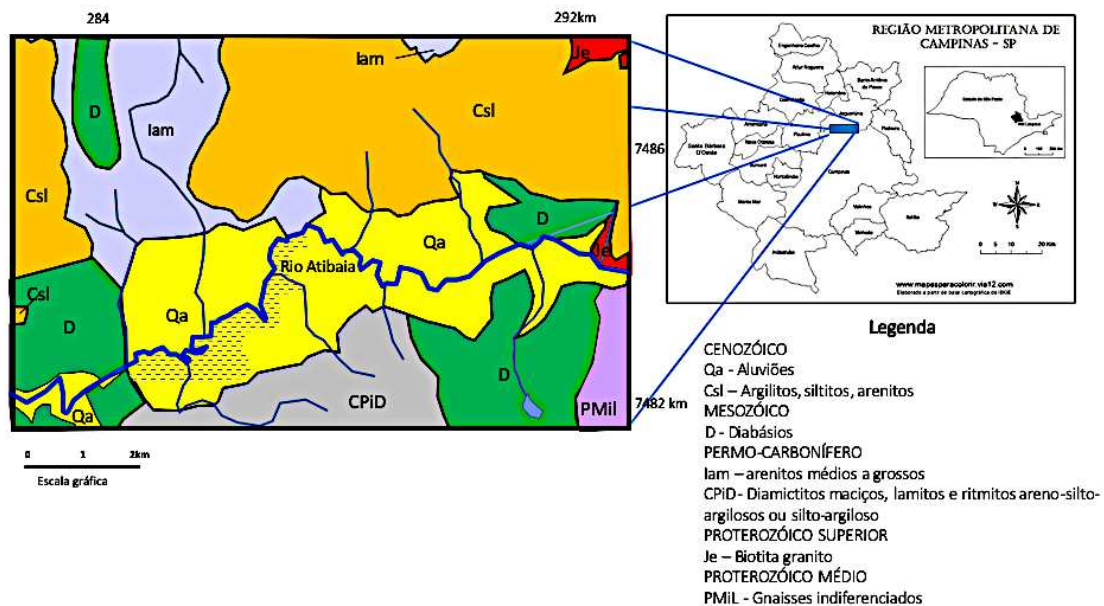
A aluvião é constituída por sedimentos inconsolidados, que consistem em areia, silte, argila e cascalho de idade Quaternária, e se desenvolve ao longo do Rio Atibaia.

Uma síntese do mapa geológico da região de estudo é apresentado na Figura 3.

Em relação às águas subterrâneas, a planície caracteriza-se como aquífero freático, com nível de água raso e ótima capacidade de reservação (MURARO; YOSHINAGA-PEREIRA; PEREIRA, 2016).

Os cambissolos aparecem ao norte e à nordeste da planície. São solos pouco desenvolvidos e como estão aliados às altas declividades, são muito suscetíveis à erosão (IBGE, 2009). Os latossolos vermelhos ocorrem sobre os diabásios e em grande área nas margens direita e esquerda da área de estudo,; nas vertentes à oeste, encontram-se latossolos vermelhos-amarelos. Os gleissolos são solos hidromórficos muito encharcados e, no geral, encontram-se em contato direto com o aquífero freático.

Figura 3 - Mapa geológico simplificado da região da planície do rio Atibaia



Os depósitos quaternários da planície estão representados pela cor amarela (Qa).

Fonte: SÃO PAULO/IG, 2009.

De acordo com Santos et al. (EMBRAPA, 2013), eles ocorrem geralmente nas partes mais próximas à calha do rio, várzeas e em alguns baixios como meandros migrados e o fundo das bacias de decantação. Existem dois tipos: distróficos (ácidos) e eutróficos (básicos). Pouco desenvolvidos, apresentam no horizonte A uma alta quantidade de carbono em relação aos outros horizontes. Isso se deve ao acúmulo de matéria orgânica proveniente da decomposição de vegetais e animais.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo são solos minerais com horizonte B textural, não hidromórficos, com seqüência de horizontes bem definida do tipo A, B, C e R. Estão situados em áreas onde o relevo é ondulado e fortemente ondulado e nas vertentes da porção leste, onde ocorrem rochas gnáissicas e granitóides.

Os remanescentes de vegetação de terra firme são, em sua maioria, compostos por espécies da Floresta Estacional Semidecidual. São ainda encontrados raríssimos fragmentos de Savana (Cerrado).

3.4 Materiais e métodos

(a) Pesquisa bibliográfica – a busca por fundamentação teórica, referências relativas, por exemplo, à caracterização morfológica da planície, à dinâmica do rio Atibaia, ao uso e ocupação das terras e aos conflitos com a questão das inundações periódicas. Foi realizada no sentido de embasar e elaborar os procedimentos metodológicos.

(b) Bases cartográficas - as cartas topográficas são da Secretaria de Economia e Planejamento do Governo do Estado de São Paulo, Subdivisão de Coordenadoria de Ação Regional – Divisão de Geografia, e obedecem o chamado Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, de 1978. As cartas mais antigas apresentaram uma topografia mais original para a identificação das feições, sem muita interferência antrópica. A análise por fotointerpretação junto com as cartas topográficas de 1:10.000 permitiu identificar os limites externos da Planície, bem como as suas respectivas feições internas.

As seguintes cartas topográficas foram utilizadas como base para os estudos, e apresentam os respectivos códigos:

Bairro Bananal	- SF 23-YA-V-4-NE-B,
Bairro Tanquinho Velho	- SF-23-Y-A-V-2-SE-F,
Barranco Alto	- SF-23-Y-A-V-2-SE-E e
Vila Lutécia	- SF-23-Y-A-V-4-NE-A.
Referências das Cartas:	- Horizontal: Córrego Alegre, MG.
	- Vertical : Maregráfico de Imbituba, SC.

Os mapas estão em escala 1:10.000 com linhas de cota de 5 m.

As imagens atualizadas do Google Earth da planície foram utilizadas para a delimitação das feições geomórficas e do uso e ocupação da terra.

(c) Atividades de campo - foram realizadas para a delimitação das feições observadas em cartas topográficas e imagens de satélites. A princípio, duas visitas ao campo foram realizadas. Essas visitas permitiram que estratégias fossem traçadas e que os melhores procedimentos e métodos investigativos fossem adotados. As visitas terminaram em pontos de alta cota e permitiram uma visão geral da Planície. Nesses trabalhos de campo foram observados e detalhados vários componentes da planície.

(d) Tratamento e interpretação de dados – os seguintes mapas de trabalho foram elaborados para o estudo:

- Mapas hipsométrico, de limites da planície, topográfico e hidrográfico.
- Mapa de feições geomorfológicas fluviais: apresentados na forma de um mapa de modelados atuais e de outro de modelados pretéritos.

Esses mapas foram integrados e permitiram a identificação e um entendimento das feições geomorfológicas, o avanço do uso e ocupação das terras e uma análise previa sobre as áreas de risco a população residente.

As feições geomorfológicas foram definidas por meio dos arranjos de altimetria e semelhanças fisiológicas a outros modelados do grupo (por comparação com as feições da literatura). O comportamento da drenagem com todos os seus processos e suas anomalias são pistas dos respectivos ambientes climáticos pretéritos e recentes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

3.5 Resultados

A área total de estudo, com ênfase na planície do rio Atibaia, tem o formato aproximadamente retangular, com o eixo principal no sentido nordeste-sudoeste e área de 34 km². As elevações da planície variam entre 556 a 560 metros acima do nível do mar, onde se desenvolveram feições indicativas de sua evolução na área.

O rio Atibaia apresenta-se bem estruturado e de sentido na área de estudo, de nordeste-sudoeste. A planície inicia-se após o rio, de sentido sul-norte, localizado na margem direita sentido jusante. Segue imediatamente a direção das estruturas existentes nesse sentido, como a zona de cisalhamento de Campinas e Valinhos (SÃO PAULO/IG, 1993;1995), e inflete subitamente para nordeste-sudoeste. As drenagens existentes são córregos que nascem nas vertentes da bacia da planície e deságuam no rio Atibaia.

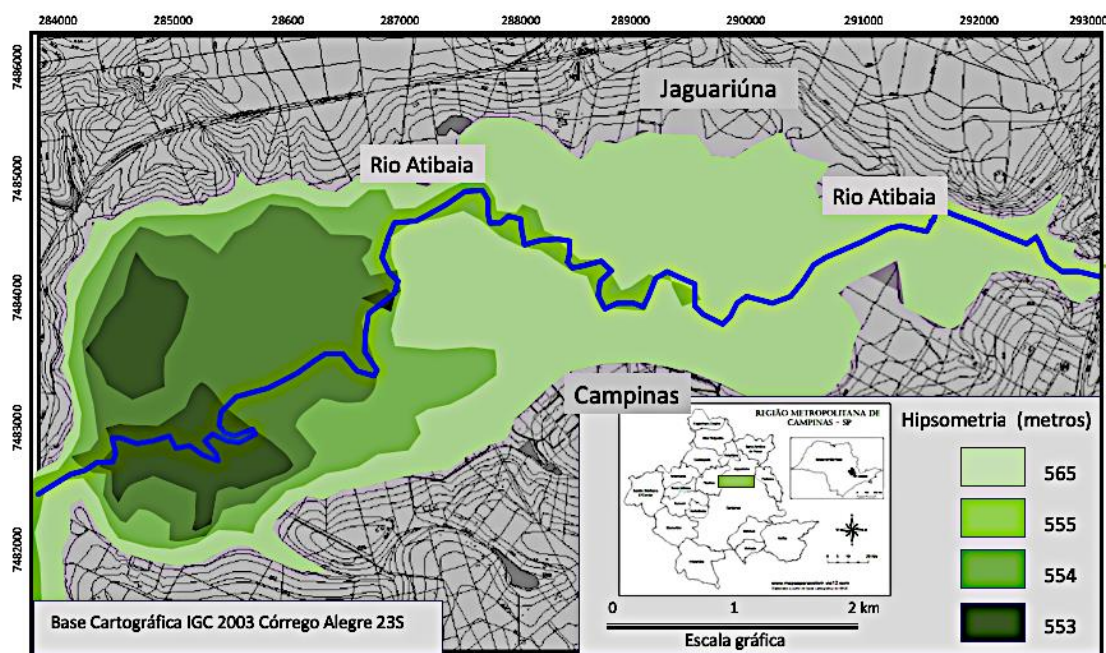
Essa conformação da planície apresenta uma acumulação de sedimentos que podem caracterizá-la como uma pequena bacia sedimentar.

Em termos de hipsometria, a Figura 4 mostra áreas mais baixas na porção oeste da área de estudo e o escoamento de águas (jusante) na mesma direção. Essa forma da planície,

cercada pelas vertentes mais elevadas, cria uma extensa área de captura de águas de chuva abundante, além dos transbordos do rio Atibaia e descarga de seus afluentes.

A planície é estreita no início de sua formação. Ela obedece o encaixamento do rio no respectivo falhamento das rochas graníticas existentes na região. Por volta dos três a quatro quilômetros de seu percurso, ocorre uma grande ampliação da área de planície. Isso se deve ao desimpedimento da planície de crescer e receber um grande carga de material carreado, provocado talvez pela ocorrência de rochas sedimentares mais erosíveis do Subgrupo Itararé e de Coberturas Cenozóicas na porção média da planície e pelo afunilamento do canal do rio na porção jusante devido à presença de rochas de diabásio, menos erosíveis.

Figura 4 - Hipsometria da planície na base cartográfica do IBGE (2009)



Fonte: Guirao; Cisotto; Barbosa, 2012; Campinas, 2011.

A maior elevação de planície na área de estudo é de 625m e está próxima à rodovia SP 340, e a de menor cota é de 550 metros, próxima à Rhodia-Solvay. O comprimento do curso do rio Atibaia nesse trecho é de 20,67 km. No sentido de montante à jusante, no primeiro quilometro de distância, a elevação decresce 40 metros em razão da proximidade de um relevo mais acidentado representado pelas rochas gnaissicas e graníticas do Complexo Itapira e da Suite Granítica Jaguariúna, respectivamente. Desse ponto até proximidades da Rhodia-Solvay, 35 metros numa extensão de 19,67 km.

Nessa região com baixa declividade do segundo trecho, o rio apresenta-se meandrante com a presença de meandros ativos e abandonados recentemente, e percorre sobre as rochas sedimentares do SubGrupo Itararé, formando extensa planície, com largas margens laterais. A jusante à planície se afunila e se encaixa devido ao estreitamento das margens decorrente da presença de diabásio nesse trecho do rio.

3.5.1 Componentes da planície aluviais.

Os componentes identificados compreendem as feições terraços, dique marginal, bacia de decantação, campos úmidos, meandros (ativos e abandonados) e calha do rio Atibaia. Os paleomeandros, paleocanais e barras de pontal também foram mapeados na planície.

Terraços

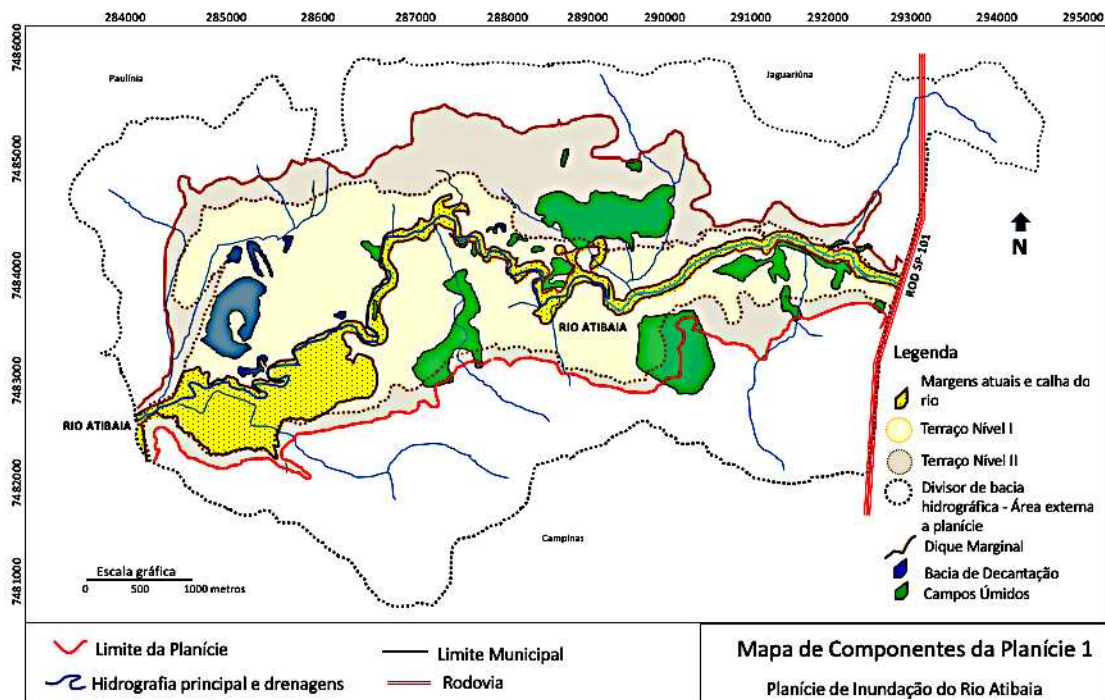
Eles se localizam em níveis mais altos e representam o testemunho evolutivo da planície. Quanto mais alto e mais distante do leito atual do rio, mais antigo ele é. Na planície foram definidos 2 terraços e, portanto, 2 fases de deposição na história de formação da planície.

Na planície, os terraços encontrados possuem diferentes texturas na imagem de satélite; são bem perceptíveis em imagens do Google Earth[®] e nas visitas a campo.

A Figura 5 mostra os terraços mapeados, sendo o Terraço Nível I o de deposição mais recente e Terraço Nível II o de deposição mais antiga.

Os terraços afastam-se de forma gradativa do leito principal à jusante. Os terraços de nível 2, mais longevos da calha do Rio, possuem um afastamento desigual entre as margens. No alto curso da planície, na margem esquerda, ocorre um afastamento mais abrupto que o da margem direita. Esse afastamento obedece, na margem esquerda, uma regularidade linear. Já na margem direita, junto à primeira grande retificação do canal observada, há um grande afastamento que persiste por todo o restante da margem, somente se aproximando no final da Planície. O Terraço de Nível I acompanha, na maioria das vezes, a forma do Terraço de Nível II.

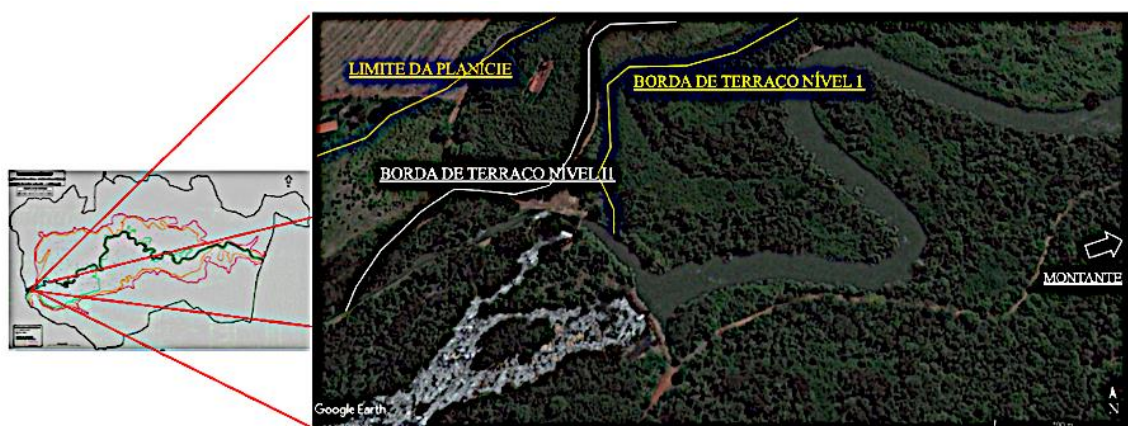
Figura 5 - Distribuição dos componentes da planície aluvial do rio Atibaia



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Dessa forma, as bordas de terraço fazem divisa entre os aluviões mais antigas e as atuais. Destacam-se por possuírem uma forma abrupta. As bordas determinam a divisão entre os diferentes níveis de terraços encontrados na Planície (Figura 6).

Figura 6 - Linha de borda de terraço encontrada na margem esquerda (sentido montante), próxima à planta da Rhodia-Solvay – limite oeste da área de estudo.



Fonte: Google Earth, 2017.

Bacias de decantação

As bacias de decantação estão localizadas à jusante do curso do rio Atibaia, na margem direita, bem no final da planície. São ao todo sete, sendo que três delas possuem grandes extensões (Figura 7).

Figura 7 - Três grandes bacias de decantação encontradas na planície na margem direita, sentido jusante



Fonte: Google Earth, 2016.

Na Figura 3, as grandes bacias de decantação ocorrem na porção oeste da área de estudo, na margem direita do rio Atibaia e próximas ao córrego São Francisco.

Essas bacias normalmente possuem uma superfície larga em sua parte central. As bordas apresentam formato curvilíneo, com suas concavidades voltadas para o eixo atual do canal do rio. No geral, apresentam solos hidromórficos que mantêm o seu leito úmido com uma grande quantidade de sedimentos depositados. Das sete bacias, seis encontram-se no terreno da Rhodia-Solvay (oeste da área de estudo), onde há uma grande plantação de cana-de-açúcar. Uma sétima bacia, está em uma área onde existem casas na mesma margem, porém a médio curso.

Diques marginais

Os diques marginais ocorrem como limites entre as margens e leito ativo do rio Atibaia. Retardam uma inundação ou podem reter uma grande quantidade de água, por horas ou dias, muitas vezes.

Os diques distanciam-se da calha do rio na margem esquerda em direção à jusante, e também podem ser testemunhos de diques pretéritos que ainda estão na sua forma original.

A Figura 3 apresenta os diques marginais da planície e as figuras 8 e 9, as presenças pontuais de sua ocorrência.

Figura 8 - Presença de diques marginais e presença de pequena bacia de decantação na margem esquerda do rio (limitados em vermelho e em amarelo)

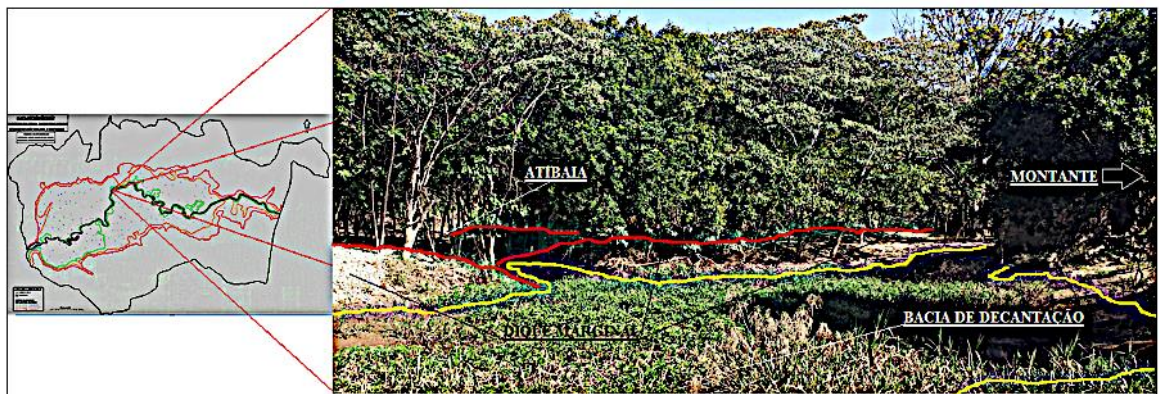


Foto: Luís Muraro, 2016.

Figura 9 - Presença de diques marginais próximos ao rio Atibaia (em verde)



No final da planície, na margem esquerda (sentido jusante), distanciam-se da calha do rio (Fonte: Google Earth, 2016).

Fonte: Google Earth, 2016.

Os diques ocorrem por toda a extensão da calha do rio Atibaia. Do lado direito, os diques ocorrem de forma paralela por toda a margem. Na margem esquerda, ocorre a mesma morfologia do montante até o meio da planície. Logo após um grande meandro cuja calha avança por sobre a planície, o dique de basalto afasta-se de forma rápida do rio. Esse afastamento cessa de forma longitudinal e, formando um ângulo de noventa graus, corre em paralelismo com o canal principal. Um pouco antes do término da planície o dique volta abruptamente para próximo do canal.

Campos úmidos

Na porção noroeste da bacia que vai desde a margem direita do Rio Atibaia (para jusante) até a linha férrea para a Rhodia-Solvay, há uma grande quantidade de nascentes, mais de seis por quilômetro quadrado. Na margem esquerda também foi observada a mesma quantidade. Ao se traçar uma linha reta entre as duas concentrações de nascentes, verifica-se que a porção central da planície encontra-se na mesma direção desses campos úmidos. A Figura 3 apresenta os campos úmidos na planície e as figuras 10 e 11, as situações e características locais.

Figura 10 - Campo úmido próximo à Estrada da Servidão em direção ao Bairro Piracambaia II. Ao fundo, o taboal (Taboa – *Typha domingensis*).

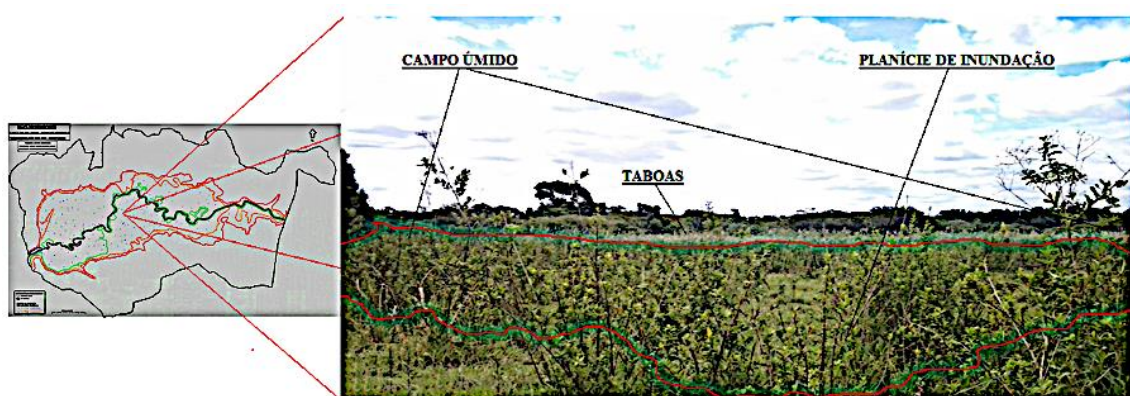
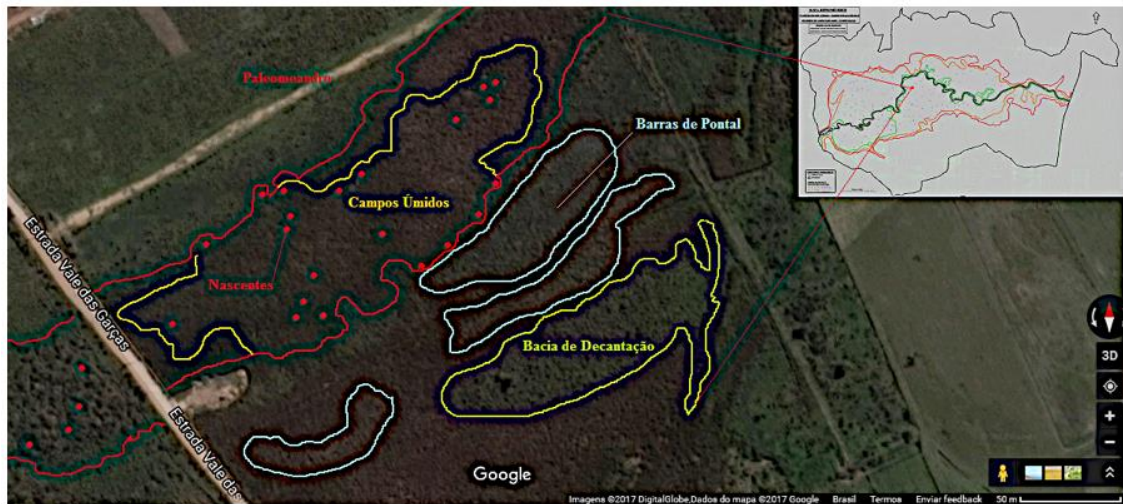


Foto: Luis Muraro, 17/01/16.

Figura 11 - Campo úmido localizado junto à Estrada das Garças ou Servidão



Foram identificadas 24 nascentes.

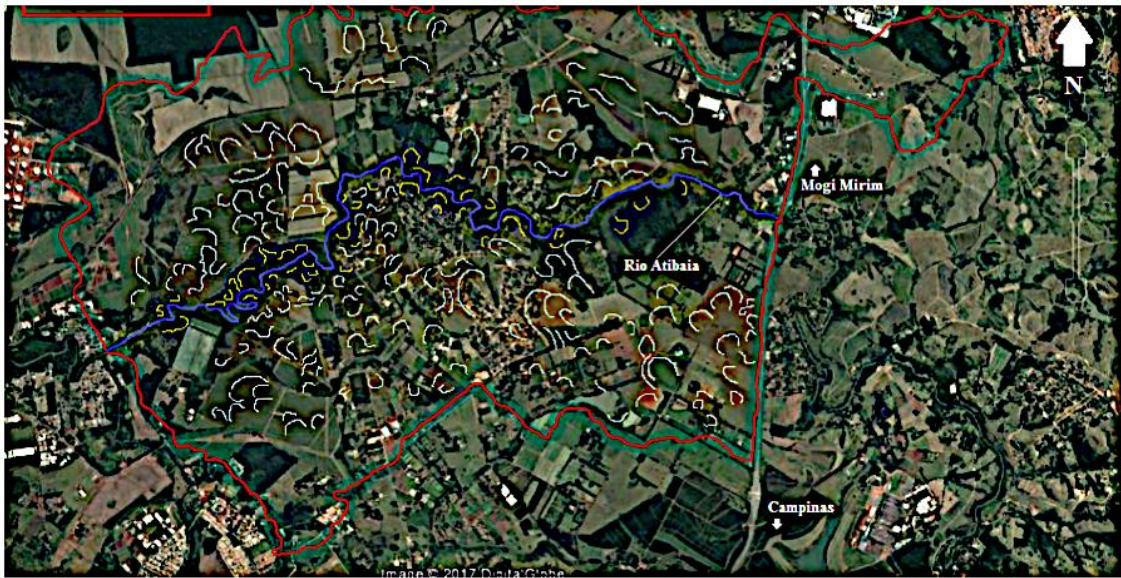
Fonte: Google Earth, 2016.

Os campos úmidos, estão localizados a média e alta Planície em ambas as margens. Além de diferirem das bacias de decantação pelo formato, que é predominantemente retangular ou hexagonal, possuem, na maioria do tempo, água em suas extensões. Dos vinte e um campos úmidos encontrados, quatro são de grandes proporções. Três são de extensões médias e os outros quatorze são menores e muito próximos dos campos maiores, sugerindo, assim, que poderiam pertencer a um pretérito não muito distante e fazer parte dos maiores.

Meandros abandonados e Paleomeandros

Os meandros abandonados possuem seu fechamento realizado por diques marginais. Os casos encontrados são muitos, uma vez que a Planície possui grandes extensões no centro e à jusante (Figura 12).

Figura 12 - Meandros abandonados e Paleomeandros.

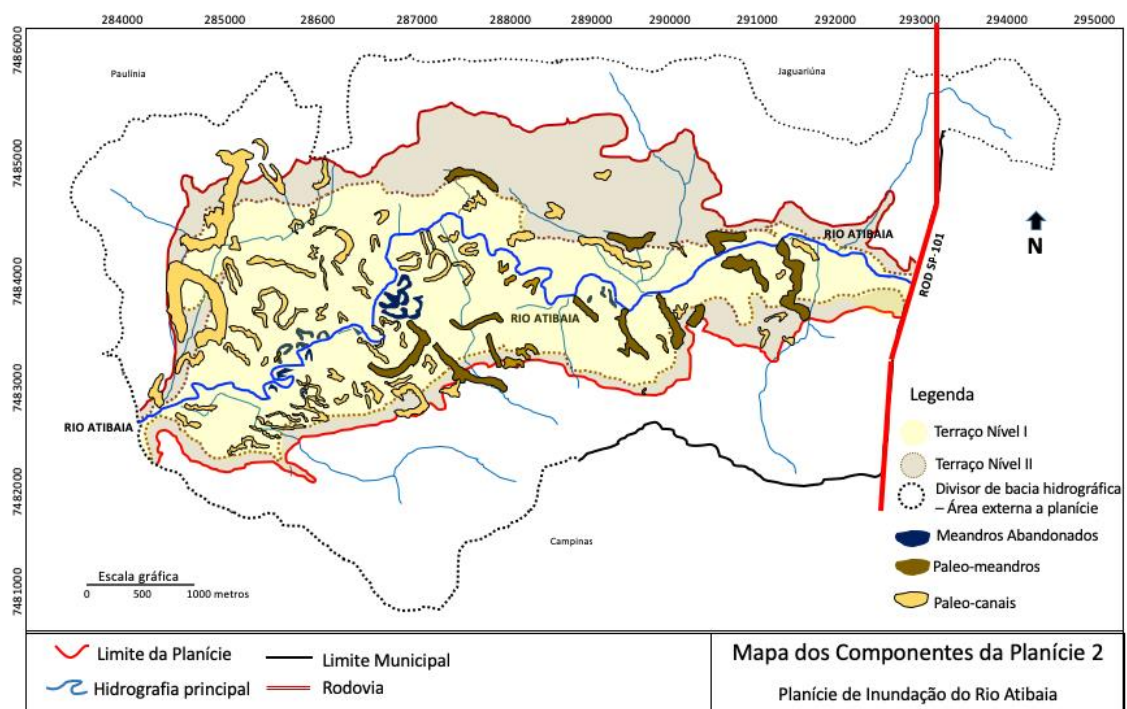


Fonte: Google Earth, 2016.

Os meandros abandonados estão localizados em sua maioria a médio curso, em ambas as margens. O primeiro grupo de meandros encontram-se logo após o rio Atibaia sofrer brusca mudança de curso. Essa mudança ocorre da direção Sul (S) para Sul-Sudoeste (SSO). O rio continua por um certo tempo nesse sentido, até que retorna ao seu eixo longitudinal dentro da bacia. Também nesse caso o rio sofre outra brusca mudança de curso, só que dessa vez na direção Noroeste (NO) para Sudeste (SE). Os meandros localizam-se antes dessa brusca mudança na margem esquerda.

A Figura 13 apresenta a planície e a disposição dos meandros e paleo-drenagens.

Figura 13 - Distribuição dos meandros abandonados, paleocanais e paleomeandros na planície do rio Atibaia



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As paleo-drenagens presentes na planície estão representadas por depósitos fluviais e representam uma drenagem pretérita. Podem ser encontradas paleo-drenagens, como paleocanais (CHRISTOFOLETTI, 1980), paleomeandros e meandros abandonados (ZANCOPÉ, 2008) com seus preenchimentos sedimentares (SUGUIO, 2003).

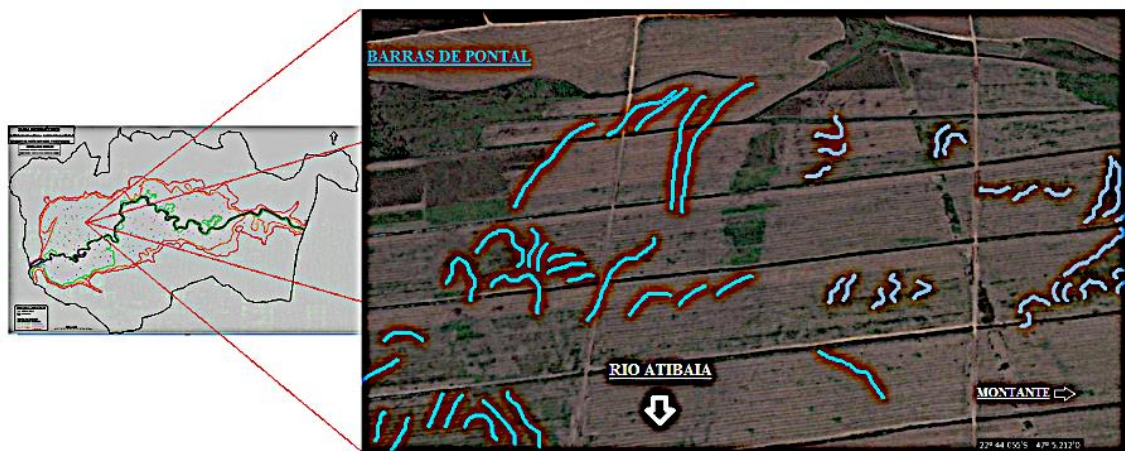
Os paleocanais são encontrados em ambas as margens e são ao todo quatorze. No começo da planície, oito deles estão localizados no início e médio curso, dois na margem direita e seis na margem esquerda. Nota-se que todos acompanham o lineamento do canal principal. Os demais localizam-se ao longo da calha do Rio.

A quantidade de paleomeandros é grande, são setenta e nove. Na margem esquerda existem cinquenta e cinco, sendo que, dos vinte e oito encontrados na parte final, dezenove estão localizados na parte mais larga da planície. Os demais encontram-se no terraço de nível II. Dez estão muito próximos da calha Rio a médio curso. Os demais espalham-se de forma aleatória na parte alta da planície. Na margem direita, quinze se localizam próximo ao canal do Rio. Os outros oito são maiores que os demais e estão localizados ao longo da margem direita.

Barras de Pontal

As barras de pontal são muito comuns em sistemas fluviais meandранtes, como é o caso do Atibaia nesta região. Elas mostram o deslocamento do canal principal pela Planície e são morfologicamente constituídas de linha convexas sucessivas (RICCOMINI; COIMBRA, 1993). São conhecidas também como *Point Bars* (Figura 14).

Figura 14 - Barras de Pontal (em azul)



Fonte: Google Earth, 2017.

No caso, as barras de pontal são pretéritas e estão distantes da calha do rio, porém próximas às paleo-drenagens no Terraço de Nível I.

Demais componentes da planície

Nascentes na Planície - as nascentes são afloramentos de água que se formam nos pontos de descarga superficial dos aquíferos. Geralmente estão localizados nos pontos mais baixos dos aquíferos livres (PEREIRA et al., 2011). É uma área onde ocorre a exsudação natural das águas subterrâneas, a qual possibilita a formação de lagoas, lagos, canais de rios e demais exemplos hidrográficos. Muitas nascentes estão localizadas em áreas de terrenos argilosos, sendo algumas poucas perenes. Contudo, em períodos chuvosos ocorre a subida do nível potenciométrico, o que ocasiona o surgimento de várias nascentes.

Ao total existem 116 nascentes na área da Planície incluindo as que se encontram no divisor. A maioria delas (89) são intermitentes e outras 27 são perenes. A Figura 15 apresenta uma nascente dentro da planície.

Figura 15 - Nascente encontrada junto à rua Tucano Toco, no Bairro Piracambaia I, porção central da planície próxima à calha do rio Atibaia

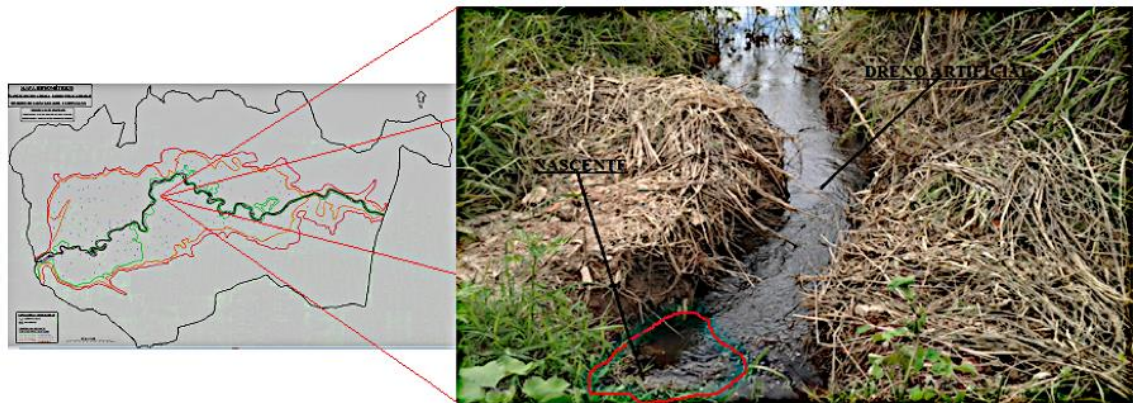
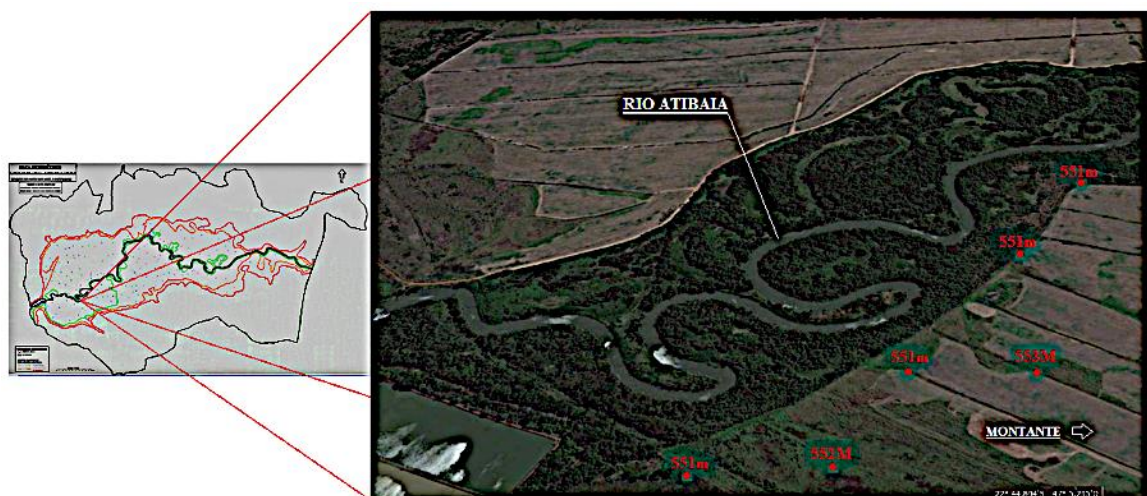


Foto: Luís Muraro, 17/01/16.

Pequenas elevações – são feições de pequenos morros convexos que existem sobre a superfície da planície (Figura 16 e 17). Essas elevações são recorrentes e resultam de processos de dissecação que ocorreram na área. Essas feições apresentam uma diferença de elevação de 1 a 2 metros.

Anomalias de Drenagem - são de fácil percepção, pois o rio possui o canal retilíneo quando está sobre elas. Outra forma de percebê-las é através das mudanças bruscas de direção do curso do rio (ALMEIDA, 1964). Essa anomalia é facilmente perceptível na planície, uma vez que o padrão se altera de forma bem acentuada e é encontrada ainda em seu início, quando ainda está sobre as estruturas do cristalino (Figura 18).

Figura 16 - Algumas elevações encontradas dentro da planície



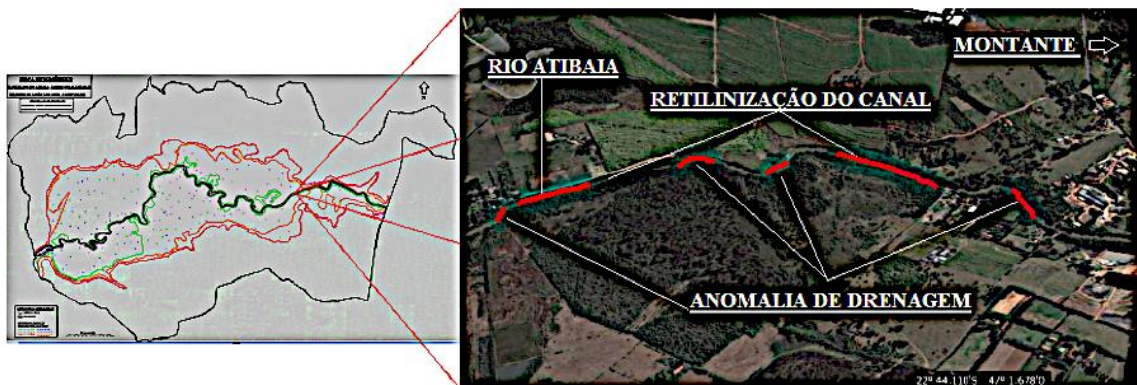
Fonte: Google Earth, 2016.

Figura 17 - Topo de morro (em vermelho) com altitude aproximada de 553m: concentração de uma mata de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica



Foto: Luís Muraro, Estrada da Servidão, sentido Piracambaia II, 2016.

Figura 18 - Mudanças bruscas de direção no começo da planície - forte influência de falhamentos geológicos no local (linha em vermelho)



Fonte: Google Earth, 2017.

3.5.2 A planície do rio Atibaia

A planície do rio Atibaia, da área de estudo, situa-se entre a Depressão Periférica e o Planalto de Jundiaí, onde predominam as unidades de relevo Colinas Amplas (SÃO PAULO/IG, 1993), e está sobreposta em rochas sedimentares do Grupo Tubarão – SubGrupo Itararé, corpos de sills e diques de diabásios.

De acordo com a classificação de Ab'Sáber (1970), a planície ocorre no 4º táxon, onde as formas e feições podem ser melhor observadas. As morfoesculturas menores apresentadas na ordem de metros são classificadas e analisadas a partir do 5º táxon. No caso

da planície, os táxons já podem ser observados na escala 1:10.000. Isso se deve ao fato de que muitas das morfoesculturas, apesar de serem classificadas no mesmo táxon, possuem tamanhos diferenciados.

A morfoescultura é a principal fonte dos estudos sobre a Planície, já que representa a sua compartimentação e sua zonalidade (ROSS, 2005). A morfoescultura permitiu observar processos erosivos, transportadores e deposicionais sedimentares no interior da Planície. Não deve ser esquecida a ação antrópica, uma vez que ela interfere fortemente na morfoescultura. O desmatamento, a pavimentação, a drenagem, as terraplanagens e, em pretérito recente, a retirada de areia, modificam fortemente as dinâmicas morfoesculturais e induzem a geração de novas formas de relevo. Há ainda a erosão provocada pela ação do homem ou pelo próprio comportamento do Rio Atibaia.

Na planície é encontrado à montante o embasamento cristalino, de relevo acidentado, representado pelas suítes graníticas e rochas gnáissicas do Complexo Itapira. No centro e à jusante há a presença de diabásios e início da Depressão Periférica da Bacia do Paraná.

À montante, ela está sobre regiões de rochas e complexos cristalinos, e sobre terrenos de maiores declividades, portanto com predomínio dos processos mais erosivos. No centro e à jusante, sofre processo de sedimentação em razão da presença de rochas sedimentares, mais friáveis, situadas em terrenos mais colinosos. O rio é considerado meandrante, uma vez que a baixa declividade encontrada na região pode reger uma dinâmica mais favorável à formação desses componentes.

Há a presença de 2 terraços na área de estudo, resultado de uma evolução lateral da planície. No Terraço de Nível I, mais recente, as feições pretéritas prevalecem como paleocanais e paleomeandros por toda a sua extensão.

A planície é ladeada por diques marginais que agem como barreiras naturais e provocam dois tipos de ações sobre o escoamento da água. O primeiro deles é quando os diques impedem o transbordo do canal. Nessa situação ocorre o aumento da velocidade de escoamento no leito menor. O segundo, é quando já ocorreu o extravazamento das águas e os diques agem de forma inversa, ou seja, represam essas águas. Há ainda a presença de barras laterais mais afastadas do canal principal que possuem altura menor que os diques. Todo o regime de escoamento superficial do alto e médio cursos da planície sofre influência dessas feições geomorfológicas.

Os meandros abandonados situados próximos às margens do rio Atibaia mostram fases recentes de diversas migrações da calha do rio na porção média da área de estudo, tanto

no sentido noroeste, como no sentido sudeste. Essas migrações parecem se relacionar com as grandes estruturas geológicas que regem toda a extensão do rio Atibaia e a neotectônica. Na área de estudo, Pires Neto (1996) define a presença do Bloco Estrutural Americana, limitado por grandes lineamentos estruturais, que cortam as rochas sedimentares existentes. Tal Bloco, que reflete a atividade das estruturas em várias épocas do Quaternário, apresenta leve adernamento a noroeste da área e coerente com a declividade existente na planície.

Dentro da planície foram identificadas barras de pontal afastadas das margens do rio que também mostram a evolução do rio na planície. Os campos úmidos apresentam típica vegetação e indicam afloramento do nível freático, como também ocorrência de nascentes. As bacias de decantação encontradas à porção oeste da área de estudo encontram-se nos locais mais baixos da planície.

3.6 Conclusão

A larga planície aluvial do rio Atibaia é resultante de situações favoráveis que permitiram a sua evolução lateral. A presença de afunilamentos, decorrentes da presença de rochas gnáissicas e graníticas à montante e de diabásios à jusante, como a ocorrência de um relevo menos acidentado (rochas sedimentares do Subgrupo Itararé e coberturas cenozoicas) na porção média e o neotectonismo, propiciou a formação da planície e a sua evolução. A baixa declividade longitudinal da planície, sua extensão lateral aplainada, e a situação meandrante do rio na área são as características encontradas nessa região de transição entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica.

A presença dos terraços nos leva a identificação de duas fases importantes de deposição dos sedimentos. A mais antiga (Terraço de Nível II), de maior desenvolvimento na margem direita do rio, pode indicar o maior desenvolvimento da planície nessa fase. O Terraço de Nível I já mostra a configuração recente, com a migração lateral de vários sentidos. Na fase mais atual, mostra migrações laterais de meandros abandonados de sentido noroeste e sudeste na porção média do rio Atibaia. Os diques marginais delimitam a dinâmica atual do rio Atibaia, onde processos de assoreamento e erosão das margens atuam. Os campos úmidos apresentam a ocorrência de nascentes e afloramento do aquífero freático, e as bacias de decantação, a porção mais baixa da planície, onde as águas do rio, de escoamento superficial e das chuvas se dirigem.

A planície está fortemente relacionada também à variação da vazão do rio e de seus extremos (cheias e secas). Um maior entendimento das planícies pode contribuir com outras áreas do conhecimento com a finalidade de proteger esse ecossistema e gerenciar os seus riscos à ocupação humana.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. **Orientação**, São Paulo, n. 3, p. 45-48, 1967. [Republicado em: _____. **Grandes paisagens brasileiras**. São Paulo: Eca, 1970a; e em _____. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 20, p. 1-26, 1970b].

ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 41, p. 167-273, 1964.

BAYER, M.; ZANCOPE, M. H. C. Ambientes sedimentares da planície aluvial do rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 15, n. 2, abr.-jun. 2014.

BENSON, C.; CLAY, E. J. Disasters, Vulnerability and the Global Economy. In: KREIMER, A.; ARNOLD, M.; CARLIN, A. (Ed.) **The Future Disaster Risk: Building Safer Cities. Disaster Risk Management Series**, n. 3, Washington D. C., The World Bank, p. 3-32, 2003.

BRASIL. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas e alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes. Campinas – São Paulo, maio de 2013, SP_CPS_SR_01_CPRM, Vale das Garças – Vila Holândia (CA-48-CA47)**. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/plano-saneamento/fichas-informativas-15-1.pdf>>.

_____. **Manual de geologia**. 1974. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/4802>>.

BRUNKE, M.; GONSER, T. The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. **Freshwater Biology**, New York, v. 37, n. 1, p. 1-33, 1997.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal. Decreto nº 17.236, de 14 de janeiro de 2011. Dispõe sobre as medidas preventivas e interdição de imóveis localizados em áreas sujeitas a inundação, no município de Campinas e dá outras providências. Diário Oficial [da] Prefeitura de Campinas, Campinas, SP, 15 jan. 2011, nº 10.058-Ano XLI, p. 01-02.

CEPAGRI-Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura. Fenômeno de Microexplosão. UNICAMP, 2018. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/graficos>.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. 1. ed. London: Routledge, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

FOSTER, S. et al. Groundwater Dependent Ecosystems - the challenge of balanced assessment and adequate conservation. Sustainable **Groundwater Management**: Concepts & Tools, GW-MATE Briefing Note Series, Note 15, n. 1, jan. 2006. Disponível em: <documents.worldbank.org/curated/en/407851468138596688/pdf/442960BRI0BOX31Jan0110200601public1.pdf>.

GUIRAO, A. C.; CISOTTO, M. F.; BARBOSA, R. V. Vulnerabilidade por inundação na área de várzea do rio Atibaia no município de Campinas. **Revista Geonorte**, [s.l.], Edição Especial, v. 3, n. 4, p. 1380-1390, 2012.

HATTON, T.; EVANS, R. **Dependence of ecosystems on groundwater and its significance to Australia**. Canberra: Land and Water Resources Research and Development Corporation, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. **Geologia Geral**. São Paulo: Editora Nacional, 1995.

MARRIOT, S. B. Floodplain. In: GOUDIE, A. S. (Ed.). **Encyclopedia of Geomorphology**. London: Routledge, 2004, p. 381-384.

MARRIOT, S. B.; ALEXANDER, J. Introduction. In: _____ (Ed.). Floodplains: Interdisciplinary Approaches. **Geological Society Special Publication**, London, n. 163, p. 1-13, 1999.

MURARO, L. E. O.; YOSHINAGA-PEREIRA, S.; PEREIRA, P. R. B. O potencial de reservação de água subterrânea na planície de inundação do rio Atibaia, distrito de Barão Geraldo, Campinas, SP. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2016, Campinas. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2016, [s.p].

MURRAY, B. R. et al. Groundwater-dependent ecosystems in Australia: it's more than just water for rivers. **Ecological Management and Restoration**, Windsor, v. 4, n. 2, p. 110-113, sep. 2008.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 16, p. 24-31, 2005.

PEREIRA, S. Y. **Proposta de representação cartográfica na avaliação hidrogeológica para o estudo de planejamento e meio ambiente, exemplo da Região Metropolitana de Campinas, SP**. 1997. 209 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PEREIRA, P. H. V. et al. Nascentes: Análise e discussão dos conceitos existentes. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 2, 2011.

PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J. L.; LEPSCHI, I. F. Relação Solo-Geomorfologia em várzea do rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 4, p. 181-187, 1980.

PIRES NETO, A. G. **Estudo morfotectônico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí e áreas adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica**. Proj. CNPq 150011/94-6, IGCE – UNESP, Rio Claro, 1996, 71p.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 5. ed. São Paulo: Civilização Brasileira, 1998.

RICCOMINI, C.; COIMBRA, A. M. Sedimentação em rios entrelaçados e anastomosados. **Boletim IG-USP**, Instituto de Geociências, São Paulo, n. 6, [s.p.], 1993. Disponível em: <[http://www .revistas.usp.br/bigsd/article/viewFile/45350/48962](http://www.revistas.usp.br/bigsd/article/viewFile/45350/48962)>.

ROCHA, P. C. Sistemas rio-planície de inundação: Geomorfologia e conectividade hidrodinâmica. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 33, p. 50-67, jan./jul. 2011.

ROHDE, M. M.; FROEND, R. H.; HOWARD, J. A global synthesis of managing groundwater dependent ecosystems under sustainable groundwater policy. **Groundwater**, Westerville, v. 55, n. 3, p. 293-301, may-june 2017.

ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. Programa Cartas geológicas e geotécnicas para o planejamento ambiental na região entre Sorocaba e Campinas. **Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP)**. Relatório técnico. São Paulo, 1993, 3v.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. Programa Cartas geológicas e geotécnicas para o planejamento ambiental na região entre Sorocaba e Campinas. Relatório técnico. **Subsídios para o planejamento regional e urbano do meio físico na porção média da Bacia do Rio Piracicaba, SP**. São Paulo, 1995, 4v.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. **Mapa geológico do município de Campinas**. Relatório técnico. São Paulo, 2009, p. 127.

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

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 489-506, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de inundações urbanas**. S.l.: Ministério das Cidades - Global Water Partnership - World Bank - Unesco, 2012.

VENDRAME, L. F.; LOPES, W. A. B. Análise do crescimento urbano e seus efeitos na mudança da dinâmica de escoamento superficial da bacia do Pararangaba. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. In: **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005, p. 2555-2562.

VERSTAPPEN, H. T. **Applied Geomorphology** (Geomorphological Surveys for Environmental Development). Amsterdam-New York: Elsevier, 1983.

ZANCOPÉ, M. H. de C. **Análise morfodinâmica do rio Mogi Guaçu**. 2008. 124 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ZANCOPÉ, M. H. de C.; PEREZ FILHO, A. Considerações a respeito a distribuição das planícies fluviais do rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 7, n. 1, 2006.

WARD, J. V.; STANFORD, J. A. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. **Regulated rivers: research & management**, v. 2, n. 1, p. 105-119, sep. 1995.

4 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Artigo 2 – Planície aluvial do rio Atibaia: uso e ocupação da terra – vocações e conflitos

RESUMO

A planície do rio Atibaia é um geossistema integrado com a dinâmica do rio, vegetações e fauna, sujeita à enchente e inundação sazonal. A proximidade de centros urbanos de Campinas e de sua Região Metropolitana favoreceu a instalação de indústrias de grande porte (Paulínia), fazendas e sítios e, atualmente, de áreas peri-urbanas (Paulínia e Campinas). A planície é uma extensa área situada entre três municípios de características socioeconômicas diferentes e, por isso, atribuem usos diferenciados para a região. A planície em Jaguariúna (margem direita do rio Atibaia) apresenta uma zona urbana e industrial e áreas de expansão urbana; em Campinas (margem esquerda), a planície é considerada Macrozona de Relevância Ambiental e, por essa razão, ações de preservação do ecossistema são favorecidas na planície. Em Paulínia, limítrofe aos dois municípios, há a presença de uma zona industrial de grande porte. O resultado é a presença mista de ocupações, como as urbanas e em urbanização (condomínios de padrão elevado e moradias simples), chácaras de lazer, sítios e áreas com culturas temporárias, em contraste com a existência de sistemas de tratamento de efluentes e atividades de mineração. Sua susceptibilidade elevada a enchentes e inundações sazonais e a ocupação de seus terrenos resultam em risco à ocupação da terra.

Palavras-Chave: Uso da terra; Planície aluvial; Urbanização; Inundação; Conflitos socioeconômicos.

Article 2 - Alluvial plain of Atibaia river: landuse – abilities and conflicts**ABSTRACT**

The Atibaia river plain is an ecosystem integrated with the dynamics of the river, vegetation and fauna, subject to seasonal flood. The proximity of urban centers of Campinas and its Metropolitan Region favored the installation of large industries (Paulínia), farms and sites and now peri-urban areas (Paulinia and Campinas). The plain is an extensive area located between three municipalities of different socioeconomic characteristics, and therefore they attribute different landuses. The plain in Jaguariuna (right bank of the Atibaia river) presents urban and industrial zone and areas of urban expansion; in Campinas (left bank), the plain is considered Macrozone of Environmental Relevance and for that reason actions of preservation of the ecosystem is favored in the area. In Paulínia, bordering the two municipalities, there is the presence of a large industrial zone. The result is the mixed presence of occupations, such as urban and urbanization (high standard condominiums and low income houses), leisure farms, sites and areas with temporary crops, in contrast to the existence of effluent treatment systems and mining activities. Their high susceptibility to seasonal flooding and the landuse, result in risk to land occupation.

Key-words: landuse; floodplain; urbanization; flooding; social and economic conflicts.

4.1 Introdução

As planícies de inundação são baixios próximos ou muito próximos ao canal do rio. Elas servem como agentes reguladores da bacia, sendo responsáveis pela reserva livre das águas excedentes das cheias e inundações. Sedimentos de origem clástica como areias, cascalho e, até mesmo, lama são constantemente depositados no fundo do leito e nas margens dos rio e dos córregos da planície. Esses sedimentos, denominados de aluvião (BRASIL/CPRM, 2018), muitas vezes, com o extravazamento do canal pelas águas do rio, passam a ser depositados também em terras inundáveis e alagadiços.

A planície pode ser considerada um sistema dinâmico que possui três processos principais que alteram e agem fortemente sobre a configuração do leito principal de um rio. O primeiro deles é o erosivo, no qual as margens são moldadas de forma constante e abrupta pelas curvas do rio. O segundo, denominado de deposicional (POPP, 1998), é quando o material deposita-se de forma irregular criando as chamadas planícies de deposição. E, finalmente, o terceiro, quando ocorre a esculturação do terreno pela força da inundação e originam-se montes e bancos sedimentares.

A interação do homem com as planícies é histórica, e a ocupação humana nessas áreas decorreu da proximidade de recursos naturais (alimentos e água). Cidades, então, desenvolveram-se nas planícies de inundações de rios, como é o caso de muitas capitais brasileiras e mundiais. Essas planícies, pois, foram ocupadas por áreas urbanas.

Muitos estudos são sobre enchentes e inundações que ocorrem em áreas urbanas (ONU, 2004). As enchentes e inundações mais comuns são aquelas que em pouco tempo atingem grandes áreas de baixios e ocasionam perdas materiais e de vidas (TUNG, 2002; MOORE; BELL; JONES, 2005). É sabido que as enchentes e inundações estão se tornando cada vez mais frequentes e mais violentas devido ao efeito estufa e à acelerada ocupação e impermeabilização do solo (KROM, 2002). Segundo Benson e Clay (2003), o perigo de inundação é “um evento hidrológico que tem potencial de causar prejuízo e danos”.

Na atualidade, a ocupação em planícies e regiões próximas a corpos de água decorre do crescimento populacional em grandes centros urbanos e, portanto, da necessidade de moradia próxima ao local de trabalho, mas de baixo custo. Geralmente são áreas peri-urbanas com pouca infraestrutura pública.

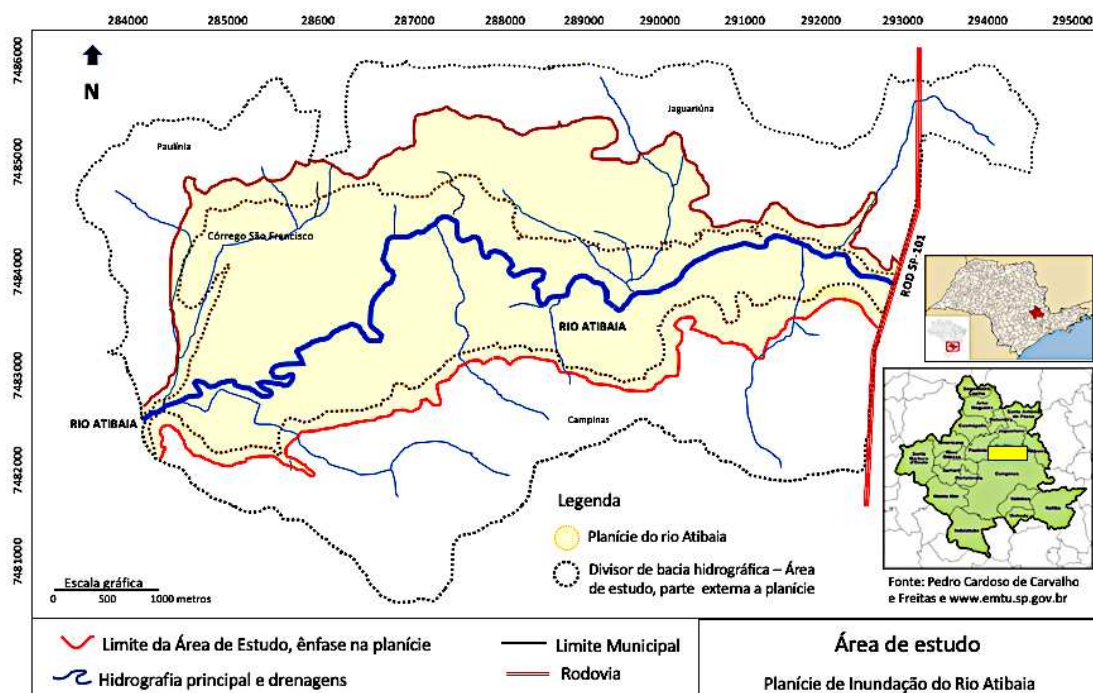
Assim, o presente artigo visa apresentar uma análise do uso e da ocupação da terra na planície do rio Atibaia, lugar com diferentes análises de ocupação do uso da terra, como também a questão das inundações periódicas do rio e de seus impactos.

4.2 Área de estudo

A área de estudo abrange a planície do rio Atibaia e suas vertentes e se encontra a 34 km do centro da cidade de Campinas. Faz o limite entre os municípios de Campinas, Jaguariúna (N) e Paulínia (NO) e está localizada entre as seguintes coordenadas $22^{\circ}44'33''\text{S}$, $47^{\circ}07'28''\text{O}$; $22^{\circ}45'30''\text{S}$, $47^{\circ}07'19''\text{O}$; $22^{\circ}44'07''\text{S}$, $47^{\circ}00'49''\text{O}$ e $22^{\circ}44'46''\text{S}$, $47^{\circ}00'58''\text{O}$, ou coordenadas UTM E=284000 a 294000m e N=7481000 a 7486000m (datum Córrego Alegre).

Do centro do Distrito de Barão Geraldo até a área de estudo são percorridos 17km. Seus acessos principais são pela Rodovia Campinas-Paulínia (SP-332), pela Rodovia Campinas-Mogi Mirim (SP-340), pela estrada municipal da Rhodia (CAM-212), e também pelas estradas vicinais. A planície apresenta uma área de cerca de 21 km² (Fig. 19).

Figura 19 – Área de estudo: a planície do rio Atibaia (em amarelo e contornado em vermelho) e o divisor hidrográfico (com contorno pontilhado preto)

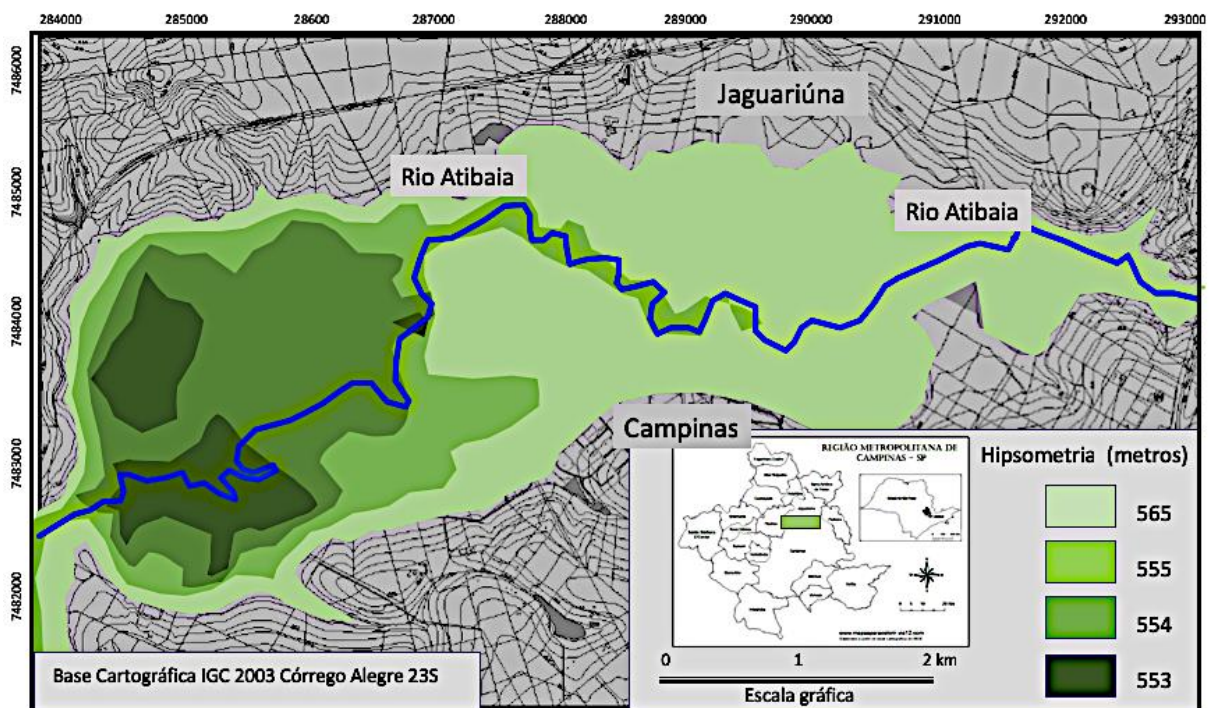


Fonte: Base Cartográfica/IBGE, 1978. Escala 1:10.000.

A área pertence à sub-bacia do Rio Atibaia, que possui uma área total de 2.828,76 km² (IRRIGART, 2005), o que corresponde a 22,8% da área total da Bacia do Rio Piracicaba. Compõem a Bacia do Piracicaba as seguintes bacias: Atibaia, Camanducaia, Corumbataí e Jaguari. O Atibaia é o segundo maior em área, perdendo apenas para o Piracicaba. O rio Atibaia é formado pela confluência dos rios Cachoeira e Atibainha que, por sua vez, pertencem ao Sistema Cantareira, o qual transpõe água para a Região Metropolitana de São Paulo. Próxima à área do presente estudo, há a desembocadura do Ribeirão Pinheiros à montante (próximo ao Distrito de Souza, Campinas); logo à jusante, há a desembocadura do Ribeirão das Anhumas.

A Figura 20 apresenta um croqui da hipsometria da área de estudo. A planície apresenta estreitamento de canal à montante e à jusante, e uma amplitude maior da planície no eixo norte-sul de cerca de 4000 metros. Esta forma uma pequena bacia sedimentar e tal geometria faz com que as águas de chuva escoem superficialmente em direção à planície por todos os lados da vertente. A água do rio e do escoamento superficial direciona-se ao sudoeste, onde os terrenos são mais baixos.

Figura 20 - Hipsometria da planície na base cartográfica do IBGE (2009)



Fonte: Guirao; Cisotto; Barbosa, 2012; Campinas, 2011.

O rio Atibaia nessa região é o limite dos municípios de Campinas, Jaguariúna e Paulínia. A margem direita do rio pertence ao município de Jaguariúna; a margem esquerda, ao município de Campinas; à oeste, faz parte do município de Paulínia.

Esses diferentes recortes municipais fazem com que a planície tenha diferentes zoneamentos em planos diretores. De acordo com o Plano Municipal de Jaguariúna (Lei Complementar 204, de 19 de janeiro de 2012), a margem direita do rio Atibaia apresenta as seguintes áreas:

- Área Rural, no extremo oeste do município, na divisa com o município de Paulínia.
- Área de Expansão Urbana – na maior parte da área da planície e da vertente do rio.
- Área Urbana – na área do condomínio Long Island e na faixa vertical que envolve a rodovia Campinas-Mogi Mirim.

Na porção oeste, pertencente ao município de Paulínia, o Plano Diretor Municipal (Lei Complementar no 60, de 13 de abril de 2016), classifica a porção que margeia o rio Atibaia como Zona Industrial de Grande Porte, e uma porção marginal do rio de Zona Especial de Proteção.

A margem esquerda do rio pertence ao município de Campinas e faz parte da Macrozona de Relevância Ambiental (Plano Estratégico do Município de Campinas, Lei Complementar de 8 de janeiro de 2018). Essa Macrozona abrange grande parte da área rural de Campinas, aquela que possui relevância ambiental de preservação e de proteção dos recursos hídricos. A planície, especificamente, é classificada como área de preservação permanente e apresenta susceptibilidade à inundação média e alta (idem).

A Companhia de Pesquisa de Recursos Mineiros (CPRM, 2013)² cadastrou 18 setores de risco em Campinas. A planície em estudo situa-se no Setor SR01, denominado Vale das Garças – Vila Holândia (CA 48 – CA 47), que se classifica como área com grau de risco alto (com frequência elevada de ocorrências de inundações com pelo menos dois eventos de magnitude significativa nos últimos cinco anos. Nela há 300 imóveis e 1.200 pessoas sob o risco de inundação. No município de Jaguariúna, o risco identificado na área de estudo foi o de enchente e de inundação. A área afetada pelo rio Atibaia situa-se nas zonas

² Cf: <https://resiliente.campinas.sp.gov.br/sites/resiliente.campinas.sp.gov.br/files/ctools/doc13_75474947.pdf>.

urbana e rural, onde há quantidade significativa de chácaras e média densidade populacional (JAGUARIÚNA, 2015). As moradias alocadas nas cotas mais baixas e próximas às margens do rio do condomínio Long Island são as que estão sob maior risco. Os eventos que atingem o local são ocasionados por fortes chuvas nas cabeceiras. As vias de acesso não são pavimentadas e não existe sistema de drenagem superficial.

O risco de enchente foi classificado como R2 - Médio Risco, de acordo com o Relatório Técnico nº. 133.105-205 do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (JAGUARIÚNA, 2015).

4.3 Metodologia

Os artigos científicos com estudos sobre o uso e a ocupação da terra, e a avaliação de risco de inundação (HORA; GOMES, 2009; GOERL; KOBIYAMA; PELLERIN, 2012), sobre a vulnerabilidade de ocupação de planícies aluviais (CUNHA, 2002) e sobre a prevenção de desastres naturais (KOBIYAMA, 2006) representam algumas das áreas do conhecimento nas quais foram embasadas nossas pesquisas. O levantamento e a utilização de cartas topográficas 1:10.000, e de imagens/fotos de satélites das áreas de estudo também compõem a fase de pré-campo. Informações históricas sobre as chuvas e inundações e suas ocorrências foram adquiridas do CEPAGRI, da Defesa Civil de Campinas, do pluviômetro instalado na área e da população residente. Assim foi possível gerar e interpretar os dados. As áreas urbanizadas e em urbanização, de culturas temporárias e de mineração, por exemplo, foram identificadas e classificadas de acordo com o IBGE (2013).

O uso e a ocupação das terras na planície foram delimitadas e mapeadas em imagem Google Earth Pro, de alta resolução e gratuita, no intuito de se compreender os mecanismos e as dinâmicas dos processos de urbanização e das atividades rurais. Os planos diretores dos municípios foram consultados com foco na planície. As visitas de campo também consistiram em mapear e validar o tipo de uso e a ocupação da terra no local, e caracterizar a cobertura e uso da terra. Áreas requeridas para mineração foram consultadas no SIGMINE³, endereço virtual da Agência Nacional da Mineração.

Pesquisas em reportagens e matérias dos meios de comunicação de massa (ex. jornais) sobre enchentes na região da planície do rio Atibaia foram feitas para o entendimento

³ Cf: <<http://sigmine.dnmp.gov.br/webmap/>>.

das relações entre chuvas e enchentes. Para tanto, informações de precipitação nos postos da CEPAGRI e do Piracambaia II também foram buscadas, e visaram os momentos e condições de ocorrências das inundações e das enchentes com base nas precipitações diárias.

Viaturas da Defesa Civil de Campinas e seus Agentes de Proteção Civil deram apoio aos campos realizados. Uma visita À Defesa Civil foi realizada durante um período de inundação e enchente do rio Atibaia para avaliação das áreas afetadas em Campinas.

4.4 Fundamentação teórica

Cobertura e Uso da Terra

A classificação da cobertura e do uso da terra se baseou na proposta do IBGE (2013), e possui diferentes níveis e unidades a medida que se aumenta a escala de trabalho. A proposta do IBGE (2013) visa atender escalas regionais de 1:250.000 a 1:100.000.

O nível I apresenta 5 itens representativos das principais categorias de cobertura terrestre do planeta. O nível II (subclasse) possui 12 itens e é direcionado para escalas de mapeamento mais regional. Já o nível III (unidades) é indicado para o uso da terra propriamente dito, que além da utilização de sensores remotos deve possuir observações de campo, entrevistas e documentações em geral.

O IBGE (2013) cita que, em mapeamentos de maior escala, o sistema de classificação proposta (SCUT) está aberto para inclusão de níveis mais detalhados. Nas classes, subclasses e unidades definidas resultaram 643.539 combinações de usos da terra.

Dessas classes, subclasses e unidades, destacam-se e definem-se as mencionadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Classes, Subclasses e Unidades de Cobertura e Uso da Terra

Nível I – Classes	Nível II – Subclasses	Nível III – Unidades
1 – Áreas antrópicas não agrícolas	1.1 Áreas Urbanizadas	Vilas (1), Cidades (2), Complexos Industriais (3), Áreas urbano-industrial (4), outras áreas urbanizadas (5)
	1.2 Áreas de Mineração	Minerais metálicos (1) e não metálicos (2)
2 – Áreas antrópicas agrícolas	2.1 Coberturas Temporárias	Graníferas e cerealíferas (1), Bulbos, raízes e tubérculos (2), Hortícolas e

Nível I – Classes	Nível II – Subclasses	Nível III – Unidades
		floríferas (3), Espécies temporárias produtoras de fibras (4), Oleaginosas temporárias (5), Frutíferas temporárias (6), Cana-de açúcar (7), Fumo (8), Cultivos temporários diversificados (9)
	2.2 Culturas Permanentes	Frutíferas permanentes (1), Frutos secos permanentes (2), Espécies permanentes produtoras de fibras (3), Oleaginosas permanentes (4), Cultivos permanentes diversificados (5), Outros cultivos permanentes (6)
	2.3. Pastagens	Pecuária de animais de grande porte (1), Pecuária de animais de médio porte (2), Pecuária de animais de pequeno porte (3)
	2.4 Silvicultura	Reflorestamento (1), Cultivo agroflorestal (2)
	2.5 Uso não identificado	Uso não identificado (1)
3 – Áreas de Vegetação Natural	3.1 Área Florestal	Unidades de conservação de proteção integral em área florestal (1), Unidades de conservação de uso sustentável em área floresta (2), terra indígena em área florestal (3), Outras áreas protegidas em área florestal (4), Área militar em área florestal (5), Extrativismo vegetal em área florestal (6), Extrativismo animal em área florestal (7), Uso não identificado em área florestal (8)
	3.2. Área Campestre	Unidades de conservação de proteção integral em área campestre (1), Unidades de conservação de uso sustentável em área campestre (2), Terra indígena em área campestre (3), Outras áreas protegidas em área campestre (4), Área militar em área campestre (5), Extrativismo vegetal em área campestre (6), Extrativismo animal em área campestre (7), Uso não identificado em área campestre (8), Pecuária de animais de grande porte em área campestre (9), Pecuária de animais de médio porte em área campestre (10), Pecuária de animais de pequeno porte em área campestre (11)

Fonte: Modificado de IBGE, 2013.

Com relação à Classe Água (4), a Subclasse Águas Continentais (4.1) apresenta as seguintes unidades: Unidades de conservação de proteção integral em corpo de água continental (1), Unidades de conservação de uso sustentável em corpo de água continental (2), Terra indígena em corpo de água continental (3), Áreas militares em corpo de água continental (4), Outras áreas protegidas em corpo de água continental (5), Captação para abastecimento em corpo de água continental (6), Receptor de afluentes em corpo de água continental (7), Geração de energia em corpo de água continental (8), Transporte em corpo de água continental (9), Lazer e desporto em corpo de água continental (10), Pesca extrativa artesanal em corpo de água continental (11), Aquicultura em corpo de água continental (12), Uso não identificado em corpo de água continental (13), Uso diversificado em corpo de água continental (14).

De acordo com o IBGE (2013), a classificação se baseia nos recursos da terra, com preocupação socioeconômica e ambiental.

Na fundamentação teórica, foram caracterizados os seguintes elementos: Terra, “segmento da superfície do globo terrestre definido no espaço e reconhecido em função das características e propriedades compreendidas pelos atributos da biosfera, que sejam razoavelmente estáveis ou ciclicamente previsíveis, incluindo aquelas de atmosfera, solo, substrato geológico, hidrologia e resultado da atividade do homem”, Uso da Terra, “série de operações desenvolvidas pelos homens, com intenção de obter produtos e benefícios através do uso dos recursos da terra, ou a atividade do homem que é diretamente relacionada com a terra”), e que se relaciona com a função socioeconômica, e Cobertura da terra, elementos da natureza como a vegetação, a água, o gelo, a rocha nua, a areia e superfícies similares, além de construções artificiais criadas pelo homem que recobrem a superfície da terra (IBGE, 2013).

Essa classificação adequa-se no mapeamento por sensores remotos, cujas texturas, formas e arranjos espaciais servem para a caracterização da superfície da terra, mas não às atividades de modo direto.

Riscos, vulnerabilidade e catástrofes

Enchentes e inundações representam os fenômenos naturais mais recorrentes no mundo (ONU, 2004). Esses fenômenos atingem numerosas populações que vivem em áreas de risco em quase todos os continentes. Segundo Kron (2005), entre os anos de 1990 e 2000

foram gastos bilhões de dólares para ressarcimento e construção por danos de inundações no mundo.

Os denominados perigos naturais são aqueles considerados processos ou fenômenos de causa natural que podem levar ao risco tanto de vida, como material. Esses tipos de risco podem causar sérios danos sociais, humanitários e econômicos a todas as formas de vida do planeta (ONU/ISDR, 2002; ONU, 2004).

As inundações, enchentes e alagamentos são fenômenos naturais causadores de desastres e têm como uma de suas principais características colocar em risco a população. É sabido que esses riscos não devem ser considerados totalmente naturais, uma vez que, em alguns casos, a exposição do ser humano é proporcionada por ele mesmo. Muitas vezes, por não ter uma consciência do risco, o ser humano extrapola seus limites e torna-se inconscientemente mais vulnerável (ALCÂNTARA-AYALA, 2002). De acordo com Monteiro (1991), deve-se levar em consideração que a existência de perigos, sejam eles naturais ou não, são pré-supostos que envolvem iniciativa humana de defesa e resguardo. Muitas das “enchentes não seriam danosas se o homem evitasse as planícies de inundação” (idem).

O emprego do termo perigo abrange fenômenos diversos, como enchentes, inundações, alagamentos, correntezas, deslizamentos, tornados, além de fome, praga etc. (MATTEI; BUTZKE, 2001). A ocupação de áreas como as planícies de inundação pelo homem cria uma interação entre este e que é chamado de “o perigo”. Desastre natural é o resultado da interação do homem, do meio e do fenômeno natural (WEICHSELGARTNER, 2001).

É sabido que a dinâmica natural de um rio provoca ocorrências de enchentes e inundações. A variação desses fenômenos depende de diversos fatores, como a intensidade das chuvas e os seus intervalos de recorrência. Com o aumento populacional, principalmente no século passado, após a Segunda Grande Guerra Mundial (ONU, 2004), gerou-se uma expansão urbana desenfreada. Logo, as planícies de inundação começaram a ser ocupadas. Segundo Benson e Clay (2003), o denominado desastre natural é a ocorrência de um fenômeno natural de caráter pouco frequente.

Os desastres são situações de inesperado infortúnio que podem vir ou não acompanhadas de perdas. A ONU (Organização das Nações Unidas), por meio da Estratégia Internacional para Redução de Desastre (ISDR, 2004), aconselha que um desastre natural deva ser interpretado como um desdobramento de perigo natural, onde a comunidade não tem pronta resposta satisfatória para lidar com a situação. Portanto, as ocorrências de desastres

naturais estão diretamente relacionadas às perdas, sejam elas materiais, sociais, humanas, ambientais ou econômicas. Nesse sentido, adota-se o termo risco no sentido de “probabilidade de perdas” (idem).

Antes de entender o que significa risco, deve-se levar em conta os chamados “Fatores de Riscos”. Fatores de Riscos são agentes ou condições que aumentam a probabilidade de um ser humano, um bem ambiental ou material ser ameaçado por fenômenos físicos, químicos e biológicos. Os fatores de risco levam a eventos que são ameaças e incluem: atentados, enchentes, deslizamentos, erupções vulcânicas, granizo, inundações, furacões, terremotos, tornados, tsunamis etc. Podem ou não afetar uma área, lugar ou região. Sua escala varia de local até evento global. Alguns fatores podem estar associados não à proximidade, mas à localização da população envolvida.

Entende-se como “risco” a chance (ou probabilidade) de perigo real (ONU, 2004). Essa ameaça pode ser classificada como risco humano, material ou psicológico. No caso do risco físico, essa ameaça varia desde um simples acidente com arranhões ou queda, até um acidente mais grave, que leva à invalidez ou ao óbito. O risco material é quando há uma ameaça que pode, ou não, se concretizar em danos/perdas materiais.. Há o risco psicológico quando são deixadas sequelas temporárias ou permanentes de um acidente. Esse tipo de risco também atinge aqueles que não estão envolvidos diretamente com o evento. O risco psicológico requer, muitas vezes, tratamentos prolongados que, em alguns casos, não surtem efeito completamente.

A probabilidade é a incerteza de algo que pode ou não vir a ocorrer. Existem diversas formas de calcular a probabilidade de um evento. As probabilidades são transdisciplinares, ou seja, são estudadas por várias áreas de conhecimentos. No geral, fórmulas específicas nas respectivas áreas de conhecimento são desenvolvidas para atender os cálculos de probabilidades e a fim de se chegar a um resultado satisfatório.

Existem diferentes escalas de riscos e de vulnerabilidades. A vulnerabilidade aparece como um dos vetores de avaliação sobre o risco. Em um primeiro momento, é levada em conta como caráter quase que exclusivamente ambiental. Com o passar do tempo, assume uma postura mais sócio-econômica. A geografia é, sem sombra de dúvida, uma das primeiras ciências a trabalhar os riscos e as vulnerabilidades. Sofreu forte influência das dimensões físicas de lugar e do espaço onde surgiram os denominados perigos. Os estudos dos “perigos” sempre estiveram ligados às áreas específicas, como as de perdas ambientais, econômicas, materiais, humanas etc.

A vulnerabilidade pode estar embasada em muitos e diferentes fatores como, por exemplo, a geologia do local, a hidrografia, a política social, as condições habitacionais, a divisão social classista etc. As conceituações de risco e vulnerabilidade e os seus respectivos graus baseiam-se, e muito, em três conjuntos de ações (adaptado de MARANDOLA JR.; HOGAN, 2006): “1. Exposição ao risco biofísico e tecnológico; 2. A propriamente dita vulnerabilidade social; 3. E por final, uma que combina as duas anteriormente citadas”. São essas as três condições que oferecerão a base para o tempo de resposta e as ações que serão tomadas como medidas preventivas ou corretivas.

Por muito tempo, as catástrofes foram analisadas através de suas dinâmicas isoladas. Um bom exemplo disso são as enchentes e inundações. Elas eram observadas apenas no contexto das cheias. Contudo, com o passar do tempo, observou-se que outros fatores que não estavam relacionados, até mesmo indiretamente, com as enchentes e inundações, tornaram-se de inclusão e avaliação.

Enchentes, Inundação, Alagamento e Enxurrada

Segundo Christofletti (1980), existem vários conceitos que estão ligados aos eventos de uma planície de inundação. De acordo com a classificação e Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE, as planícies estão sujeitas aos desastres naturais de caráter hidrológico. A seguir, são descritos os principais eventos dessa categoria:

- Enchentes: as águas das chuvas, ao alcançarem o curso d’água, proporcionam o aumento da vazão no rio. Esse aumento de vazão é determinado por um certo tempo, ou seja, até o momento em que toda a bacia hidrográfica termine de receber a precipitação que estava sobre ela e que todo o escoamento superficial e sub-superficial anômalo, provocado pela precipitação, encerre-se. Esse acréscimo na descarga do exutório recebe o nome de enchente ou cheia.
- Inundação: algumas vezes, nos períodos de enchentes, a vazão do canal não é suficiente para escoar todo o excesso das águas precipitadas. Deste modo, ocorre um fenômeno chamado de extravasamento do canal, quando as águas do rio atingem as áreas mais próximas. As áreas atingidas são comumente conhecidas como planícies de inundação, e integram o leito maior. De acordo com as definições do COBRADE, o transbordamento ocorre gradualmente e decorre de chuvas prolongadas em áreas de planícies.

- Alagamento: é o acúmulo ou empoçamento momentâneo das águas de um rio. Ele pode ser natural ou provocado por ação antrópica. Também pode ser o extravasamento pela incapacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e pelo acúmulo de águas nas ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, após precipitações intensas.
- Enxurrada: é o escoamento rápido e superficial da água do rio. Ela concentra alta taxa de energia potencial. Nas cidades, as enxurradas, em muitos casos, representam a existência de um leito de rio que outrora existia sob o capeamento asfáltico. Ocorre em pequenas bacias hidrográficas de relevo acidentado e possui grande poder destrutivo.

Característica climática em Campinas

A região de Campinas situa-se numa faixa de transição climática de sistemas atmosféricos distintos, de acordo com Monteiro (1973). Essas influências de meso escalas e o confronto de massas tropicais e extratropicais conferem ao clima da região uma complexidade ímpar (VICENTE, 2005). O sistema Polar Atlântico atua na região. Na primavera e no verão as chuvas são resultado da atuação da Massa Polar em confronto com outras massas (idem). Quando há pressões elevadas na porção meridional do continente, há o predomínio da Frente Polar Reflexa, que causa chuvas e instabilidade no tempo (idem).

A área de estudo apresenta uma precipitação média anual que varia entre 1374 e 1546 mm, uma temperatura média anual entre 29 e 21° C, evapotranspiração potencial média anual entre 97 e 1044 mm, excedente hídrico que varia de 380 a 564 mm ao ano e déficit hídrico anual baixo, entre 2 e 5 mm. O trimestre menos chuvoso compreende junho, julho e agosto, e o mais chuvoso, janeiro, fevereiro e março (PEREIRA, 1997).

Na Tabela 2 é possível ver a precipitação média na cidade Campinas. De acordo com o CEPAGRI (série histórica de 1990 a 2018), a precipitação média total foi de 1422,6 mm, com temperaturas médias totais entre 18,2 (julho) e 27,8°C (dezembro).

De acordo com Tavares (1974), os períodos com maiores índices pluviométricos estão relacionados à atuação do sistema Tropical Atlântico e as chuvas caracterizam-se como de grande intensidade.

Tabela 2 – Temperaturas médias mensais (médias, mínimas e máximas) e precipitação média mensal de série histórica de 1990 a 2018

Mês	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Mínima	Máxima	Média	
Janeiro	16,5	33,9	25,2	275,7
Fevereiro	16,9	33,8	25,3	191,1
Março	16,2	33	24,6	165,5
Abril	12,6	32	22,3	63,1
Maio	9,1	29,8	19,5	62,4
Junho	7,9	28,6	18,3	44,0
Julho	6,9	29,5	18,2	40,1
Agosto	8,5	32,1	20,3	32,6
Setembro	10,5	34,1	22,3	63,2
Outubro	13	34,9	24	116,2
Novembro	14	33,9	23,9	162,3
Dezembro	15,7	33,8	27,8	206,4
			Total	1422,6

Fonte: CEPAGRI/ UNICAMP (latitude 22°31', longitude 47°02', altitude de 680 metros).

Os meses mais chuvosos correspondem a dezembro e janeiro, seguidos de fevereiro e março.

4.5 Resultados

4.5.1 Caracterização da Cobertura e Uso da Terra

A caracterização de cobertura e uso da terra proposta pelo IBGE (2013) foi adaptadas para a escala e para as características peculiares da área de estudo. As categorias encontradas na planícies são discriminadas a seguir:

Nível I - Classes:

- Áreas antrópicas não agrícolas – nessa categoria são destacadas as áreas urbanizadas e industriais de grande porte, e a área de Mineração.
- Áreas antrópicas agrícolas – nessa categoria foram encontradas a Subclasse Coberturas temporárias (2.1), como Cana de açúcar, Cultivos temporários diversificados. Na Subclasse Pastagens, foram definidas a pecuária de animais de grande porte e pequeno porte e, por fim, Uso não identificado.

- Áreas de vegetação natural – as áreas preservadas (matas galerias, campos úmidos) foram delimitadas nessa categoria como unidade de conservação. Essas áreas estão restritas às proximidades de corpos de água (área de proteção permanente segundo o Código Florestal - BRASIL/Lei 12.651, 2012).

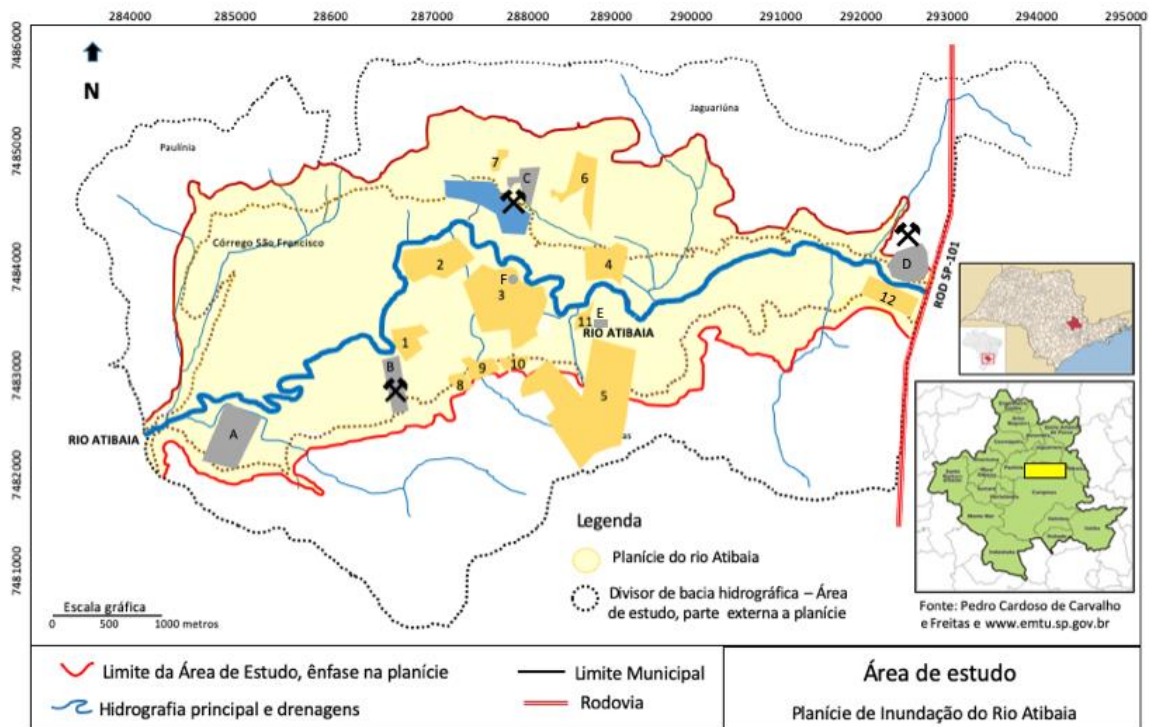
Classe 1 - Áreas antrópicas não agrícolas

Subclasse - Áreas em urbanização, de industrial de grande porte e de mineração

A ocupação da planície constitui-se de loteamentos inseridos na Planície: Piracambaia I, Piracambaia II, Condomínio Vale das Garças, Chácaras Mariângela e Chácaras Leandro, em Campinas, e Condomínio Long Island em Jaguariúna. Principalmente em Campinas, essas áreas urbanizadas encontram-se entre propriedades rurais familiares e sítios de recreação e de aluguel para eventos. As áreas urbanizadas não são oficiais (ilegais), com exceção do Condomínio Vale das Garças e das Chácaras Leandro, e apresentam variadas áreas de terreno (de menores de 1.000 m² a maiores que 5.000 m²). A Figura 21 mostra as áreas em urbanização, a área industrial de grande porte e a área de mineração.

Essas regiões não possuem pavimentação e rede de esgoto; a água potável é proveniente da SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento de Campinas) e abastece somente as Chácaras Leandro e o Bairro Village. O loteamento Piracambaia I é abastecida por água subterrânea proveniente de poço tubular profundo com 16,5 m³/h de vazão (MURARO; YOSHINAGA-PEREIRA; PEREIRA, 2016). No loteamento Piracambaia II, a SANASA instalou reservatórios de 2.500 litros em dois pontos da planície para as comunidades mais carentes, na chácara do Sr. João Batista e no denominado Ranário. Caminhões-pipa abastecem semanalmente esses dois reservatórios com água potável. Fossas sépticas e às vezes negras são os sistemas de esgotamento sanitário existentes em toda a extensão da planície no município de Campinas.

Figura 21 - Localização das áreas em urbanização, haras, de indústrias de grande porte e de mineração



Pontos: 1 (Loteamento Piracambaia I, Campinas), 2 (Loteamento Piracambaia II, Campinas) e 3 (Condomínio Vale das Garças e Chácara Mariângela, Campinas), 4 (Condomínio Long Island – Jaguariúna), 5 (Bairro Village, Campinas), 6 e 7 (áreas em urbanização, sítios e chácara em Jaguariúna), 8, 9 e 10 (haras, Campinas), 11 (Chácara Leandro, Campinas), 12 (Loteamento e Chácara). Área industrial de grande porte: Ponto A (equipamentos da estação de tratamento de efluentes da Rhodia Solvay, Campinas). Mineração: B (mineração de areia desativada, Campinas) e C (Olaria São Vicente, em Jaguariúna); D (mineração de areia, Jaguariúna), E (Indústria ao lado da Chácara Leandro) e F (estufa na Chácara Mariângela).

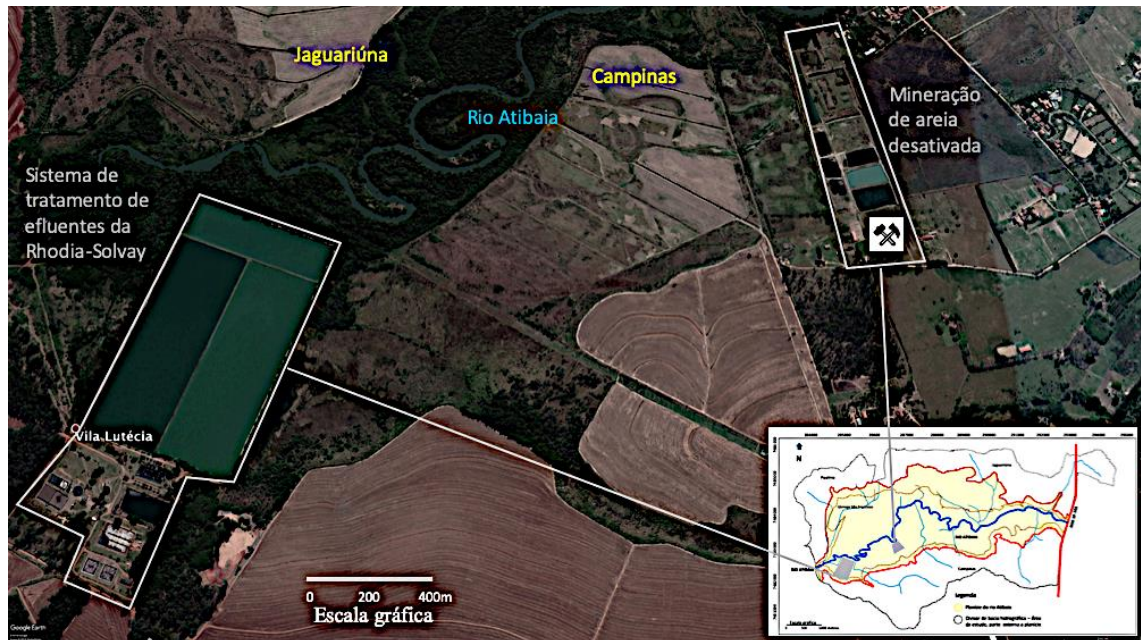
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As áreas urbanas de Jaguariúna são abastecidas por água potável pelo Departamento de Água de Jaguariúna (DAE Jaguariúna), porém na área rural não existe rede de abastecimento. Nessa área são utilizados caminhões pipas para o transporte de água potável para as populações mais carentes (JAGUARIÚNA, 2015).

Na porção oeste da área de estudo (Paulínia e parte de Campinas), encontram-se os terrenos da indústria química Rhodia-Solvay e algumas estruturas industriais, como o sistema de tratamento de efluentes na área da planície.

As figuras 22 a 24 apresentam, discriminados na margem direita da planície, em Jaguariúna, e na esquerda, em Campinas, detalhes das áreas urbanizadas e em urbanização, os haras, as áreas industriais de grande porte e de mineração, e outras.

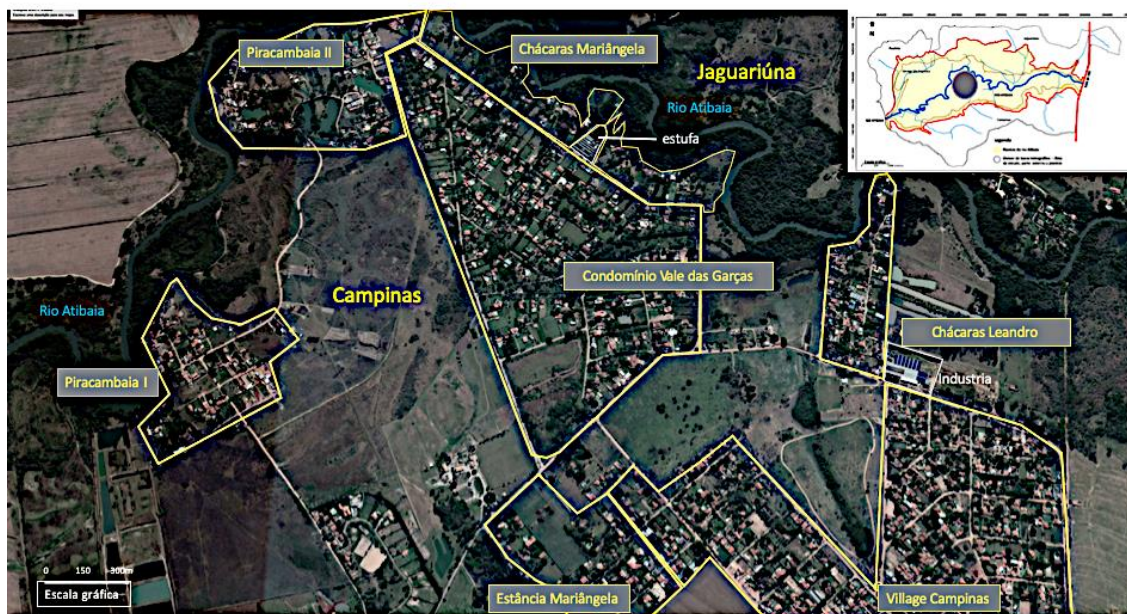
Figura 22 - Sistema de tratamento de efluentes da Rhodia-Solvay e mineração de areia desativada na margem esquerda do rio Atibaia, porção sudoeste da bacia no município de Campinas – limite da área de estudo



Fonte: Google Earth, 2018; Digital Globe, 2019.

A Figura 22 apresenta, na borda noroeste da planície (jusante) do rio Atibaia, o sistema de tratamento de efluentes da indústria química Rhodia-Solvay e uma mineração de areia desativada. Entre esses dois equipamentos existem culturas, mata ciliar e campo.

Figura 23 - Áreas urbanizadas e em urbanização (Chácaras Piracambaia I e II, Condomínio Vale das Garças, Chácaras Mariângela e Leandro, Estância Mariângela e o bairro Village Campinas (município de Campinas)



Fonte: Google Earth, 2018; Imagem Digital Globe, 2019.

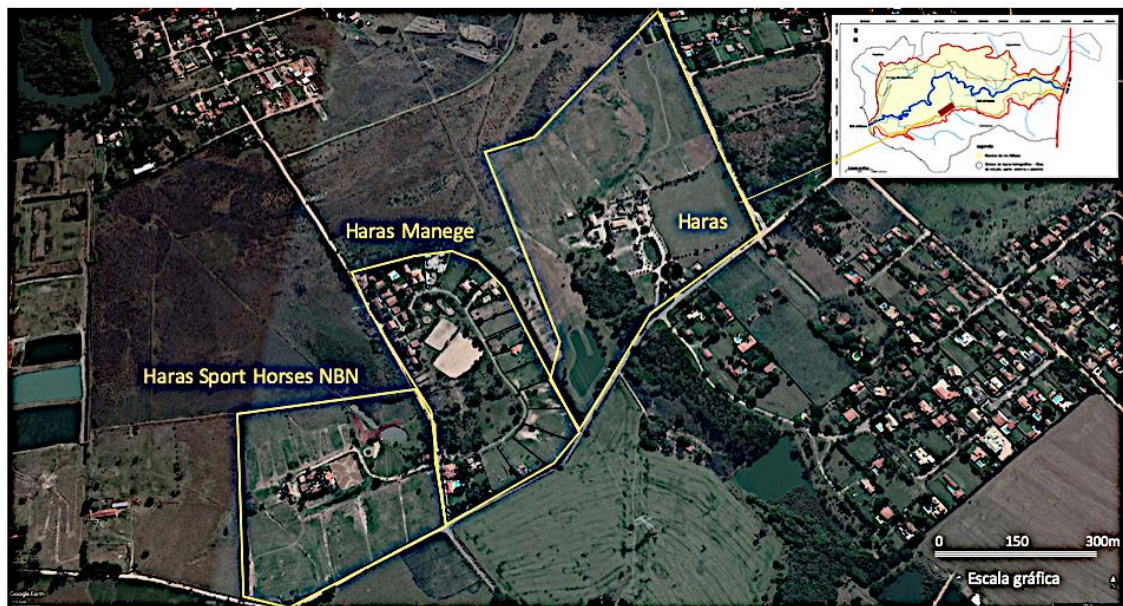
As áreas urbanizadas (legais) situadas dentro da planície são o Condomínio Vale das Garças e Chácaras Leandro. A Estância Mariângela e o bairro Village não se encontram na planície, porém há a tendência de crescimento do bairro em direção a ela.

No geral, os terrenos da Chácara Mariângela e Piracambaia II que apresentam área maior que cinco mil metros estão regularizados (existe escritura e registro em cartório de imóveis) e são consideradas propriedades rurais. Terrenos menores não estão regularizados, porém são pertencentes a parcelas ideais de um terreno maior (Associação Piracambaia Viva, informação verbal). Nas Chácaras Mariângela, há a presença de uma estufa e, ao lado das Chácaras Leandro, há uma antiga indústria de engates e carrocerias.

O bairro Piracambaia I, de acordo com informações locais, não possui escritura dos terrenos e está em litígio com o Ministério Público. No entanto, novos lotes, com área de oito mil metros e com escritura, pois se enquadram como propriedade rural estão à venda na região. Eles se localizam ao longo da estrada da Servidão (acesso ao bairro Piracambaia II) e nos terrenos entre os haras e o bairro Piracambaia I.

As áreas urbanizadas e em urbanização situam-se na porção central da planície.

Figura 24 - Haras situados na planície na porção central, em seu limite com a vertente sul, no município de Campinas

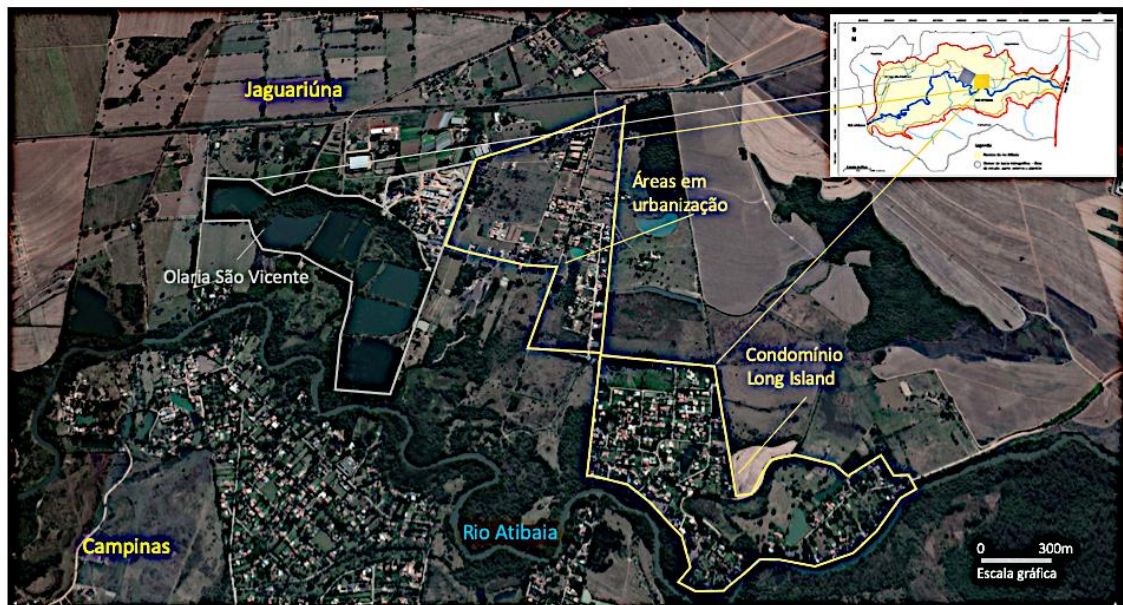


Fonte: Google Earth, 2018; Imagem Digital Globe, 2019.

Existem, na planície, três haras. O Haras Manege também possui um condomínio de casas em seu interior. O Haras Sport Horse NBN situa-se em frente ao Haras Manege e o outro (sem denominação) está próximo do local (Figura 24).

Na Figura 25, em Jaguariúna (margem direita da planície do rio Atibaia), o Condomínio Long Island é área urbana municipal, tem acesso à água potável do Departamento de Águas e Esgoto de Jaguariúna (DAE) e à cidade. A presença de chácaras e residências ao noroeste do condomínio indica uma condição de urbanização da região. Vizinha as essas áreas encontram-se a Olaria São Vicente e os tanques gerados pela extração de argila. Ao norte da olaria, sítios, chácara e plantações (hortas) são encontrados.

Figura 25 - Área urbana e em processo de urbanização e presença de olaria na planície da margem direita do rio Atibaia, em Jaguariúna, na porção central



Fonte: Google Earth, 2018; Imagem Digital Globe, 2019.

Na região leste da planície, localiza-se, no município de Jaguariúna, uma mineração de areia; na outra margem do rio Atibaia, há chácaras e pequenos loteamentos. Fora da planície mas próximo a ela, situa-se uma indústria de tratamento de óleos isolantes (Figura 26).

Figura 26 - Mineração de areia em Jaguariúna, pequeno loteamento e chácaras em Campinas, na planície aluvial, próximos à rodovia Campinas–Mogi Mirim (SP 340)



Fonte: Google Earth, 2018; Imagem Digital Globe, 2019.

Em relação aos comércios, existem na planície pequenos bares e mercearias para o abastecimento do bairro, loja veterinária e loja de materiais de construção. Há, ainda, algumas fazendas e pequenas propriedades rurais familiares. Não possuem, na maioria das vezes, pavimentação e rede de esgoto. Contudo, há transporte coletivo (precário) e coleta de lixo.

Classe 2 – Áreas antrópicas agrícolas

Subclasse - Coberturas temporárias

A planície é recoberta, em grande porção, por áreas de plantio de cana-de-açúcar. No entanto, percebem-se campos extensos sem nenhum manejo agrícola. Eles foram considerados como pastagens.

○ **Cana-de-açúcar**

A Figura 27 apresenta a plantação de cana-de-açúcar em áreas extensas da planície e fora dela. Na margem direita do rio Atibaia, a cana-de-açúcar situa-se em, grande parte, nos terrenos da Rhodia-Solvay, os quais foram arrendados à Usina Açucareira Ester (informação verbal, Rhodia-Solvay). No entanto, o plantio de cana-de-açúcar ocorre também na margem esquerda do rio. A cana-de-açúcar da margem direita também é a principal cultura nas propriedades menores. A cana-de-açúcar é, em área, a maior cultura temporária na área de estudo.

○ **Cultivos temporários diversificados**

Os cultivos temporários diversificados ou diversos são pequenas plantações (hortaliças) na planície, na margem direita e na margem esquerda, próximas à rodovia SP 340 (Mogi Mirim – Campinas). Uma estufa é encontrada em área em urbanização (Figura 23), nas Chácaras Mariângela. Uma pequena área de citrus é observada nos limites da planície.

Figura 27 - Áreas ocupadas por cultivos temporários como cana-de-açúcar (traço branco) e hortaliças (traço amarela)



Fonte: Google Earth, 2015; Imagem Digital Globe, 2017.

Subclasse – Pastagens

○ **Pecuária de animais de grande porte e de pequeno porte**

Nesta categoria foram inseridos os três haras localizados no limite da planície, onde equinos são utilizados para recreação e eventos, muitas vezes ocorrentes nesses locais (Figura 21 e Figura 24).

○ **Pastagens**

As áreas classificadas por pastagens ocorrem na planície, na porção do município de Campinas, em todos os terrenos não classificados como áreas urbanas e em urbanização, em haras, em áreas de mineração e de cultivos temporários (Figura 27). Essas áreas misturam-se a outros usos, pois se tratam de terrenos abertos com a ocorrência de pastos sujos. Essas pastagens ocorrem principalmente na margem esquerda do município de Campinas. Existem pequenas criações de gado, cavalos e cabras, pertencentes a pequenos proprietários rurais, que ficam soltas na planície (margem esquerda), nas áreas abertas para pastagens.

Classe 3 - Áreas de Vegetação Natural

Os remanescentes de vegetação são, em sua maioria, compostos por espécies da Floresta Estacional Semidecidual. São ainda encontrados raríssimos fragmentos de Savana (Cerrado). Em quase toda a extensão da Calha do Rio Atibaia pode-se observar vegetação de brejo e alagadiços, além de matas de galeria que compõem a mata ciliar. Mesmo em área mais afastadas e já antropomorfizadas, pequenos núcleos são encontrados (Figura 28). Os bosques de eucálptos à sudoeste concentram-se próximos ao sistema de tratamento de efluentes da empresa Rhodia-Solvay. A mata ciliar se encontra bem preservada, em alguns casos, ao longo do rio Atibaia.

Figura 28 - Vegetação natural e plantada (Floresta Estacional Decídua – em contorno amarelo; Eucalipto, em verde)



Fonte: Google Earth, 2015; Imagem Digital Globe, 2017.

As figuras 29a, b e c apresentam fotos da área de estudo que mostram a mata ciliar bem preservada, a presença de campos úmidos na planície e um mosaico de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual.

Figura 29 - (a) Mata ciliar preservada ao longo do rio Atibaia; (b) Campos Úmidos com sua vegetação característica; (c) Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual e (d) Campo úmido próximo à Estrada da Servidão em direção ao Bairro Piracambaia II

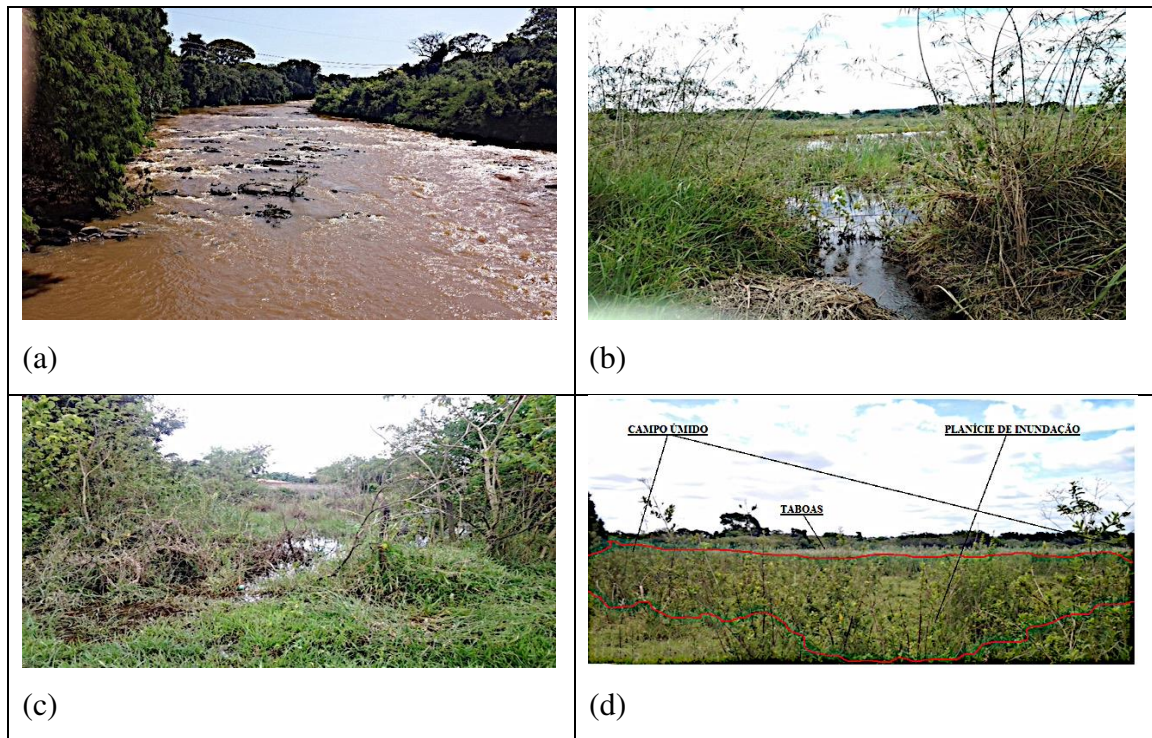
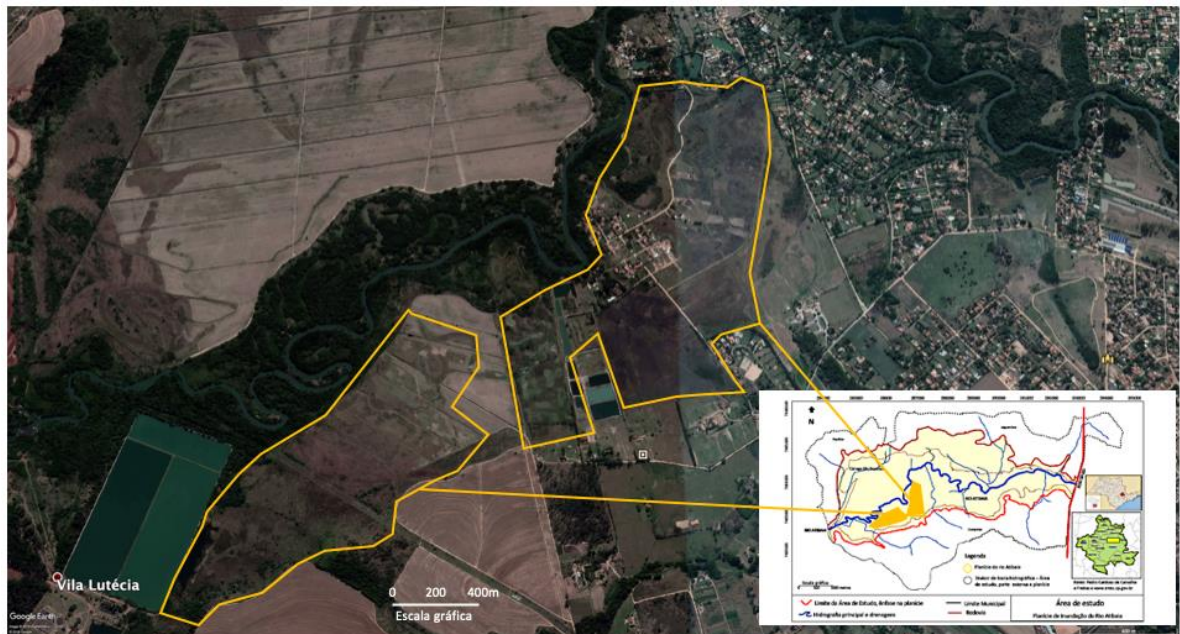


Foto: Luís Muraro. Notar, ao longe, o Taboal (Taboa – *Typha domingensis*).

Campos úmidos (TANNUS; ASSIS, 2004) são formações raras e particulares. São assim chamados por serem compostos por várias nascentes. Seu substrato vegetal é composto, principalmente, de plantas herbáceas e subarbustivas. Em alguns casos são encontrados uns poucos espécimes de pequeno e médio porte. Compõem naturalmente mosaicos de terrenos úmidos e alagadiços de savanas (cerrado), matas ciliares e planícies de inundação. Sua flora pode ser rica em quantidade de indivíduos, mas é relativamente pobre em espécies. A Figura 29d é uma fotografia do campo úmido encontrado na planície próxima à Estrada da Servidão em direção ao Bairro Piracambaia II. A Figura 30 traz os campos úmidos identificados na planície do rio Atibaia em Campinas.

Figura 30 - Campos Úmidos na planície do rio Atibaia, no município de Campinas (margem esquerda do rio)



Há a presença de terrenos com vegetação típica (taboas, por exemplo), porém há também processo de aterramento e urbanização, que os descaracterizam.

Fonte: Google Earth, 2018; Imagem Digital Globe, 2019.

Os campos úmidos estão atualmente descaracterizados pois parte deles foi transformada em pastagens e está em processo de loteamento, com aterros e construções de casas em chácaras. Vias de acesso são abertos nessas áreas para a instalação das construções.

Na porção noroeste da bacia, que vai desde a margem direita do Rio Atibaia (para jusante) até a linha férrea para a REPLAN, há uma grande quantidade de nascentes, assim como na margem esquerda; o nível da água subterrânea pouco profundo é característico de toda a planície e as áreas mais baixas topograficamente apresentam campos úmidos, brejos e nível sub-aflorante das águas do aquífero livre.

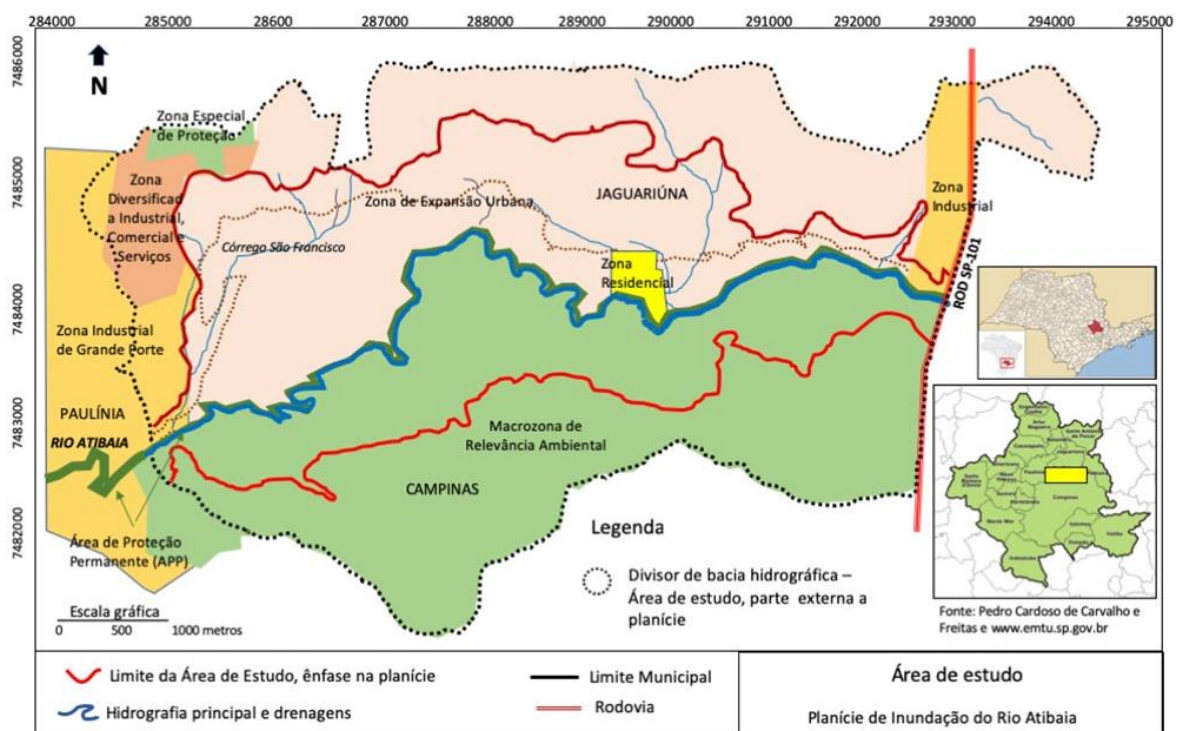
4.6 As vocações e os problemas da planície

4.6.1 Os diferentes zoneamentos municipais para a planície e as ocupações atuais

O rio Atibaia, na área de estudo, é limite dos municípios de Campinas (margem esquerda), Jaguariúna (margem direita) e Paulínia (à jusante). Nos planos diretores municipais de cada município, há diferentes zoneamentos na planície.

Em Jaguariúna, a planície apresenta uma zona urbana (o Condomínio Long Island), áreas para urbanização e área rural; em Campinas, a planície faz parte da Macrozona de Relevância Ambiental e em Paulínia, zona industrial de grande porte (Figura 31).

Figura 31 - Zoneamentos municipais de Paulínia, Jaguariúna e Campinas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Esses diferentes zoneamentos têm uma ocupação da terra diferenciada e retalhada para cada margem da planície e seu limite à jusante.

A Macrozona de Relevância Ambiental de Campinas caracteriza-se como uma região situada, em sua maior parte, na zona rural, na qual se situam áreas públicas e privadas estratégicas à preservação ambiental e hídrica (CAMPINAS, 2018).

Quanto às várzeas e planícies de inundação, o Plano Diretor de Campinas as considera como Áreas de Proteção Permanente. Elas não podem sofrer intervenções como impermeabilização, aterro e edificação; e ficam proibidos novos parcelamentos do solo nessas áreas, em especial nas Chácaras Leandro, Mariângela e Piracambaia.

A planície, na sua totalidade, é considerada área de susceptibilidade média-alta a inundações. A cota de inundação considerada é a 558m, que contorna os limites do terreno do Loteamento Vale das Garças e das Chácaras Leandro, considerados áreas urbanas pela Prefeitura de Campinas (CAMPINAS, 2011; GUIRAO; CISOTTO; BARBOSA, 2012).

Os bairros da planície caracterizam-se por chácaras de terrenos de tamanhos variados (maiores e menores que 5.000 m²). Muitas chácaras são de veraneio e em parte delas moram pessoas de idade (mais de 50 anos). Moradores mais carentes alugam pequenas casas ou casas em condomínios construídos para a população de baixa renda (Sítio do Sr. João Batista e o Ranário). Os moradores, em geral, são famílias com crianças (informação verbal da Associação dos Moradores do Piracambaia II).

Apesar da restrição ambiental, não há impeditivo para ocorrência de novos loteamentos na região do Piracambaia I, tanto que lotes de oito mil metros quadrados estão à venda e aterramentos e aberturas de vias de acesso estão sendo feitos em terrenos considerados brejos e campos úmidos. Há também na região uma cava de mineração de areia desativada.

Essas áreas em processo de urbanização estão misturadas a culturas temporárias, haras e ocupações características de zona rural. As áreas em processo de urbanização não possuem saneamento básico (água potável e esgoto), e o abastecimento por caminhões pipa é feito aos moradores mais carentes. Há acesso à energia elétrica, telefonia, internet (privada) e transporte público (linha de ônibus), ainda que os trajetos não tenham pavimentação (estradas de terra).

A Macrozona ainda engloba o sistema de tratamento de efluentes da empresa Rhodia Solvay.

Em Jaguariúna, a Área de Preservação Permanente resume-se à faixa de 30 metros de mata ciliar. A área industrial e urbana na planície consiste na porção de uma faixa que acompanha a rodovia Campinas-Mogi Mirim (SP340) e o terreno do condomínio Long Island,

respectivamente. O restante da região, que abrange a planície e sua vertente direita, é considerada área de expansão urbana (JAGUARIÚNA, 2012).

No município de Paulínia, a planície apresenta uma faixa ao longo do rio Atibaia considerada Zona Especial de Proteção. No entanto, grande parte é classificada como Zona de Indústria de Grande Porte e Zona Industrial, Comercial e de Serviços.

A planície possui diversas zonas definidas de acordo com sua vocação municipal. Em Campinas, a planície é considerada área rural e de preservação ambiental, com propriedades como sítios e chácaras, e atividades agrícolas e pastoris. A urbanização se deu com a chegada das áreas urbanas como o Condomínio Vale das Garças e as Chácaras Leandro. Apesar das ocupações serem antigas (já reportadas pelo Governo do Estado de São Paulo/IG em 1993), o processo de urbanização está ativo, com construções em novos loteamentos. Ainda há a presença de sistemas de efluentes na planície da grande empresa química que contrasta com a vocação do zoneamento ambiental da planície em Campinas.

O mesmo processo de urbanização ocorre em Jaguariúna, com a presença de áreas em urbanização próximas ao Condomínio Long Island e de chácaras e sítios. No entanto, parece haver o entendimento de que a área não ocupada é para a expansão urbana. Há a presença de duas empresas de mineração ativas e uma olaria, e de várias cavas de extração de argila/areia, nas proximidades do condomínio e na margem da rodovia Campinas – Mogi Mirim (SP 340).

O processo de urbanização na planície conflitua com a sua característica de elevada susceptibilidade à enchente e inundação, situação descrita nos planos diretores de Campinas e Jaguariúna.

O zoneamento municipal de Paulínia difere sobremaneira do zoneamento da Jaguariúna e de Campinas, uma vez que há a permissão para a presença de indústrias de grande porte (principalmente indústrias químicas) e comércios e serviços.

4.6.2 A vocação minerária na planície

A planície apresenta duas empresas ativas de mineração de areia e argila (com uma olaria) em Jaguariúna e uma mineração de areia desativada em Campinas. Na análise das imagens de satélite, foram identificados, principalmente nos meandros abandonados, vários tanques, hoje utilizados como recurso paisagístico e área de lazer, que foram cavas de mineração onde foram exploradas areia e argila.

A consulta ao SIGMINE, da Agência Nacional de Mineração (ANM), revelou que praticamente toda a planície de ambas as margens estão requeridas em diversas etapas do processo de concessão de lavra.

Foram identificadas 13 áreas em processo na ANM, apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Processos de solicitação de atividades de mineração, situação atual e substância requerida para exploração na planície do rio Atibaia

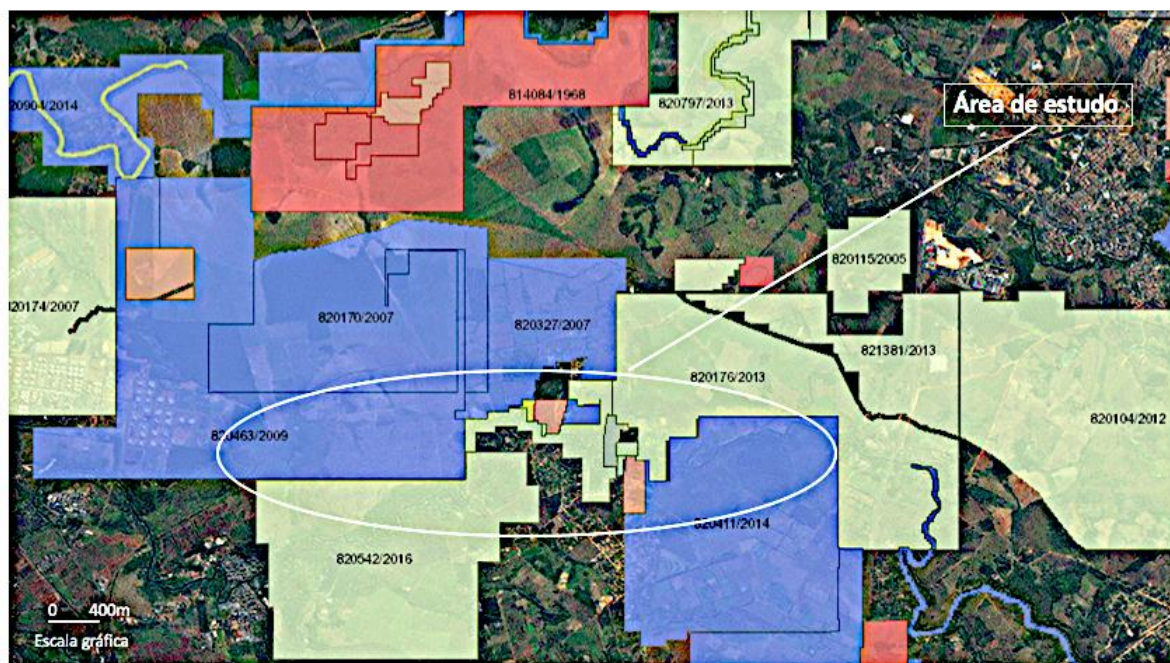
Processo	Requerente	Fase do processo	Substância Uso
820463/2009	Usina Açucareira Ester	Autorização de Pesquisa	Turfa Uso: insumo agrícola
820170/2007	Usina Açucareira Ester	Autorização de Pesquisa	Argila
820327/2007	Indústria Agrícola e Pastoril Fazenda Guaíçara LTDA	Autorização de Pesquisa	Argila Uso: industrial
821266/2001	Bombase Extração e Terraplanagem LTDA	Licenciamento	Areia Uso: construção civil
821265/2001	Irmãos Taquemasa LTDA	Requerimento de Lavra/ Exigência e Licença Ambiental	Areia Uso: construção civil
820971/2011	Bombase Extração e Terraplanagem LTDA	Autorização de Pesquisa	Areia Uso construção civil
820380/2002	Bombase Extração e Terraplanagem LTDA	Autorização de Pesquisa	Areia Uso: construção civil
820176/2013	José Roberto Faria	Suspensão – conflito com projeto energético (3/5/2016)	Turfa
821381/2013	José Roberto Faria	Requerimento de Pesquisa	Turfa Uso: insumo agrícola
820542/2016	Pedreira Pedra Negra	Requerimento de Pesquisa/ desistência em 26/06/2017	Areia
820411/2014	Em sigilo	Autorização de Pesquisa	Argila Uso: industrial
820343/2003	Bombase Extração e Terraplanagem LTDA	Requerimento de Lavra/ Licença Ambiental	Areia
820585/2018	Oasis Tur Transportes LTDA	Requerimento de Pesquisa	Areia Uso: construção civil
820380/2002	Bombase Extração e Terraplanagem LTDA	Autorização de Pesquisa	Areia Uso: construção civil

Fonte: SIGMINE.⁴

⁴ Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 06 abr. 2019.

A Figura 32 mostra as áreas requeridas na região (planície e entorno).

Figura 32 - Poligonais de áreas em processo na Agência Nacional de Mineração para exploração mineral



Etapas: Requerimento de Pesquisa (poligonal amarelo), Autorização de Pesquisa (poligonal azul), Requerimento de Lavra (poligonal vermelho), Licenciamento (poligonal amarelo forte).

Fonte: SIGMINE.

Em síntese, as informações contidas no SIGMINE indicam que os processos minerários estão em uma fase inicial. Os requerimentos de pesquisa e autorização de pesquisa são procedimentos para a obtenção do Alvará de Pesquisa da área de interesse. Após a análise técnica desse requerimento, é aprovada a liberação do alvará, que possui duração de um a três anos, prorrogáveis ou não. O Alvará objetiva a elaboração de Pesquisa Mineral (viabilidade geológica e econômica para a exploração da substância mineral de interesse). Após a aprovação do Relatório de Pesquisa Mineral, aprova-se a Portaria de Lavra, com a concessão de exploração da substância mineral requerida.⁵

Na planície, há três processos em fase de Requerimento de Lavra e de Licenciamento (ambiental), ou seja, nas etapas finais do processo de concessão da lavra para extração de areia de uso em construção civil.

⁵ Cf: <<http://www.anm.gov.br/assuntos/ao-publico/paginas/explorar-agua-mineral-veja-como-e-facil>>.

A areia e a argila fazem parte dos agregados e são utilizadas em construção civil. A turfa existente será um insumo agrícola importante na região, que possui extensas áreas para o plantio da cana-de-açúcar.

O elevado desenvolvimento econômico na região pressiona a exploração dos recursos no local. O seu valor é baixo, porém o transporte (frete) é alto, pois provêm de locais cada vez mais distantes. Os requerimentos de pesquisa e de lavra para exploração desses materiais que cobrem praticamente toda a planície do rio Atibaia e entorno, conjugado ao processo de urbanização e às culturas já existentes, são decorrentes da aptidão da planície e, assim, conflitos de uso da terra podem surgir.

4.6.3 Enchentes e Inundações

As enchentes na planície são ocorrências naturais e periódicas na planície. A planície do rio Atibaia é considerada pela CPRM (2013) como área de risco à inundação em meses de precipitação anômala na bacia do rio Atibaia. De acordo com as informações levantadas, as inundações de 1978, 1982, 2002 e 2012 foram registradas na região como graves. O grau de risco ALTO foi atribuído pela CPRM, com 300 imóveis e cerca de 1200 pessoas sob risco.

Castellano (2010) destaca os bairros atingidos por inundação e citados no Plano Diretor Municipal de 2005. O Vale das Garças apresentou danos materiais e inundações decorrentes da ocupação na planície. A possível resolução para se reduzir o risco seria estabelecer percentuais mínimos de permeabilização do solo. No período entre 1996 e 2006 houve uma ocorrência de alagamento de imóveis e de vias, e de desabrigados. A autora destaca, ainda, que em Campinas houve um crescimento dos registros dos impactos no período de 1958 a 2007, e mostra que todos os extratos sociais foram afetados, principalmente os de menor renda.

Vicente (2004) estudou os eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas, das séries temporais de 1959/60 a 1988/99, de 11 postos pluviométricos. Identificou a década de 1980 como a mais chuvosa (1982/183 – a atuação do El Niño) e o aumento no volume de chuvas intensas nas décadas seguintes, a partir de 50mm/24h.

Guirao, Cisotto e Barbosa (2012) reportam ocupações irregulares nos loteamentos Chácaras Leandro, Chácaras Mariângela, Chácaras Piracambaia e Vale das Garças, moradias pobres em áreas ambientalmente frágeis como várzeas de rios, encostas íngremes, mangues,

APA e APP. Esses moradores sofrem com inundações periódicas, tanto que houve a remoção de uma área mais carente. A cota de inundação do rio Atibaia, estabelecida pela prefeitura no Beco do Mokarzel (Distrito de Sousas) e região do Piracambaia (Distrito de Barão Geraldo), foi de 558 metros.

A planície do rio Atibaia é extensa e sua proximidade de centros e bairros urbanos (Rodovia Campinas – Mogi Mirim, Barão Geraldo), custo baixo do terreno e a própria paisagem natural propiciam a ocupação das terras por moradores de diversos extratos sociais.

As Chácaras Mariângela e o Vale das Garças são as ocupações mais antigas, e as mais recentes são as Chácaras Piracambaia (I e II) e Chácaras Leandro. No entanto, existem moradias antigas, com mais de 30 anos de existência, como sítios e chácaras.

De acordo com as informações da Associação dos Moradores das Chácaras Piracambaia, a área é considerada área rural, sob supervisão do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). Os terrenos maiores que 5.000 m² têm escritura e registro em cartório de imóveis. A Prefeitura Municipal de Campinas (2011) considera área urbana o Condomínio Vale das Garças e as Chácaras Leandro, as quais se situam acima da cota de inundação de 558m.

A ocorrência de enchentes e inundações é natural e se trata de transbordo do rio em períodos de chuvas. As inundações são rápidas e o escoamento é muito lento (dias) (BRASIL/CPRM, 2013).

Acredita-se que a ocupação na planície se acentuou após a construção do Sistema Cantareira (1988), que reduziu os alagamentos da planície, permitiu o acesso a construção de sítios e chácaras e, portanto, o processo de ocupação atual.

A planície apresenta uma ocupação mista, ou seja, possui características rurais, com a presença de culturas temporárias (cana-de-açúcar e hortaliças), áreas com residências, muitas chácaras de lazer (de uso pessoal ou para alugar) e moradias para pessoas aposentadas, e atividades industriais (caso do município de Jaguariúna e da porção oeste do município de Campinas).

Na porção de Campinas (margem esquerda do rio Atibaia), a população residente apresenta renda média à elevada. Nela se encontram chácaras bem acabadas e com estruturas de lazer (quadras de jogos e piscinas). As áreas que concentram esse tipo de construção são as Chácaras Mariângela (alto padrão, próximas à margem do rio) e o Vale das Garças.

Nas Chácaras Piracambaia II, de menor renda, duas moradias de baixa renda foram identificadas neste estudo: o Ranário (antiga construção para criação de rãs que foi adaptada para moradias de baixa renda) e o sítio do Sr. João Batista (onde várias casas de

baixa renda foram construídas para aluguel). Os locais possuem muitos moradores de várias idades (adultos, crianças e idosos).

As Chácaras Piracambaia I têm moradias mais antigas e revelam um processo atual mais intensificado de ocupação nos campos úmidos e várzeas. O Haras Manege possui extensão dentro dos campos úmidos, assim como os terrenos do Haras Sport Horses NBC.

As enchentes e inundações relatadas pelos moradores da planície datam de 1976, 1982, 2002 e 2012 (BRASIL/CPRM, 2013) e, mais recentemente, de março e junho de 2016 e janeiro de 2017.

As inundações ocorrem em toda a extensão da planície, até acima da cota de 558m, definida para o rio Atibaia.

Para detalhamento, o ano de 2016 foi selecionado por possuir registros recentes das inundações e dos eventos pluviométricos. No ano, foram registrados 3 eventos na planície, que ocorreram nos dias 11/03/2016, 05/06/2016 e 17/01/2017.

- 11/03/2016 – de acordo com o noticiário G1 – Campinas e Região⁶, as chuvas provocaram a maior vazão do rio Atibaia em 16 anos (186,7 m³/s) no ponto de captação em Valinhos, o que ocasionou enchentes no Beco do Mokarzel (Distrito de Sousas) e nas Chácaras Piracambaia (Distrito de Barão Geraldo). Registro CEPAGRI - 163,1 mm, sendo 98,2% do esperado até dia 31 de março; 53,8 mm em 24 horas.⁷ No posto pluviométrico nas Chácaras Piracambaia II, houve o registro de 6,8mm no dia 11; porém 40 mm no dia 10, com acumulado de 46,8mm em 6 dias.
- 05/06/2016 – Registro de enchente na área decorrente da microexplosão. A microexplosão, é uma corrente de ar que despenca perpendicularmente apresentar espiralidade, sobre uma determinada área (CEPAGRI, 2016). ocorrida em área urbana em Campinas⁸, com registro de 74mm em 45 minutos, e ventos de pelo menos 100 km/h; no pluviômetro das Chácaras Piracambaia II, houve o registro diário de 24mm; nos dias anteriores, de 19,3mm (30/05), 4,4mm (31/05), 38,5mm (01/06), 21,5mm (02/06), 16,5mm (03/06), 24mm (04/06), 24mm (05/06) e 38,6mm (06/06).

⁶ Cf: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2016/03/apos-chuvas-rio-atibaia-tem-maior-vazao-em-16-anos-e-alaga-distrito.html>>.

⁷ Cf: <<http://agenciasn.com.br/arquivos/6285>>.

⁸ Cf: <<https://www.cpa.unicamp.br/noticia/15/fenomeno-de-microexplosao-atingiu-campinas-explica-cepagri>>.

- 17/01/2017 – houve registro de enchente e inundação na planície do rio Atibaia, com chuva de 54 mm, 44,2 mm no dia anterior (16/01), 14,5 mm no dia 18/01 e 70,7mm no dia 19/01.

Em março de 2016, houve o registro da precipitação mensal de 128,4 mm nas Chácaras Piracambaia II, 83,92% do total da média de série histórica de 100 anos de Campinas (MELLO et al./IAC, 1994). Em junho de 2016, os valores registrados nesse local consistiram de 321,76% da média de 100 anos. Em janeiro de 2017, os valores mensais de 383,3 mm foram 157,09% da precipitação média mensal dessa série histórica.

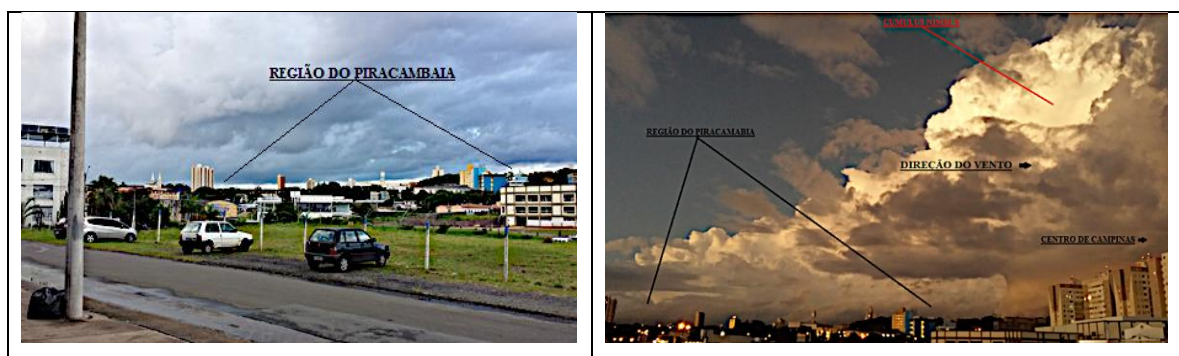
As ocorrências de enchentes na planície apresentam variáveis que levam ao transbordo do rio. O valor calculado de chuva extrema por Vicente (2004), de 50mm em 24 horas, pode ser um valor limite para uso nos sistemas de alerta para a planície.

No entanto, as chuvas que inundam o Beco do Mokarzel (Distrito de Sousas), a 30 quilômetros da área de estudo, impactam a planície após cerca de 6 horas (informação verbal da Associação dos Moradores das Chácaras Piracambaia II), mesmo que não tenha chovido na planície.

A ocorrência da microexplosão em junho de 2016 também provocou inundação na planície pela quantidade de chuva ocorrida em pouco tempo. O registro no pluviômetro do local não evidenciou o fenômeno das precipitações anômalas, mas a planície foi inundada em razão do impacto do aumento repentino de vazão do rio à montante.

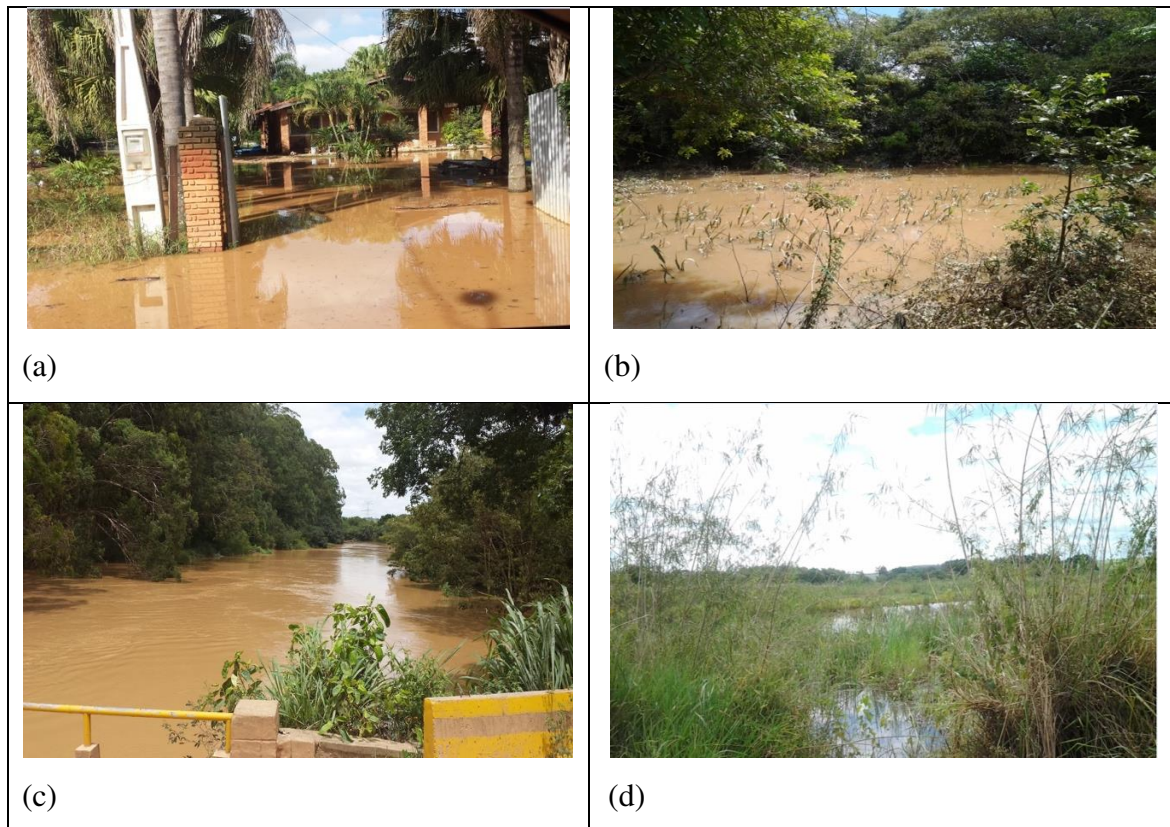
As figuras 33 e 34 mostram os registros das condições climáticas dos dias 11/03/2016 e 17/01/2017, que provocaram inundação na planície, e trazem algumas fotos de áreas inundadas nos eventos de chuva extrema e de microexplosão.

Figura 33 - (a) Registro de formação de nuvens no dia 11/03/2016; (b) Nuvens Cumulonimbus formadas no dia 11/03/2016.



Fotos: Luís Muraro, 2016.

Figura 34 - Enchente no Bairro Vale das Garças e Inundação do rio Atibaia



(a) Enchente após chuva intensa sobre o Bairro Vale das Garças, região da Planície de inundação, ocorrida no dia 08/06/2016, após passagem de microexplosão; (b) Plantação de milho submersa; o rio Atibaia encontra-se a 20 metros atrás das árvores (17/01/2017); (c) Inundação do rio Atibaia da ponte que liga a Rodovia Dom Pedro I ao Distrito de Joaquim Egídio (16/01/2017); (d) Campo úmido inundado em 17/01/2017.

Fotos: Luís Muraro, 2016/2017.

O mapa de risco elaborado pelos moradores das Chácaras Piracambaia II para a Defesa Civil de Campinas apresenta a informação local dos processos de inundação percebidos pelos moradores⁹. A Figura 35 apresenta informações sobre os trajetos viáveis de acesso às áreas inundadas pela Defesa Civil. Este mapa foi confeccionado com detalhes fornecidos pelos moradores do bairro Piracamabaia 2.

⁹ Cf: <<http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=31086>>.

4.7 Conclusão

A planície do rio Atibaia é um geossistema integrado de modo único com a dinâmica dos rios, aquíferos e vegetações. A presença de campos úmidos, florestas semidecíduais, brejos e várzeas resulta numa biodiversidade rara e valorosa.

O processo de ocupação da planície é histórico, com a presença de fazendeiros e sitiantes na área. Com o crescimento das cidades, há um processo de peri-urbanização, visto que há expansão urbana em Campinas, Jaguariúna e Paulínia.

A região apresenta características rurais misturadas à presença de condomínios, sítios e chácaras de lazer de padrão elevado, assim como às infraestruturas de indústrias, como o sistema de tratamento de efluentes. Haras são encontrados nos limites da planície, e criações domésticas de gado, cavalo e cabritos andam soltas nas estradas de terra. Não há saneamento na planície (somente na área urbana de Jaguariúna há água potável).

A presença de antigas cavas de mineração de turfa, areia e argila, bem de cavas ativas (em Jaguariúna), revela o interesse na exploração para o seu uso como material de construção. Os pedidos de pesquisa mineral, em suas diversas etapas de aprovação da concessão de lavra, cobrem praticamente toda a planície e seu entorno.

A área ainda sofre com enchentes e inundações periódicas, o que resulta em riscos aos moradores. No entanto, o transbordo, apesar de rápido, não é violento, e os moradores têm o tempo necessário para se retirar do local. De todo modo, há perdas materiais, principalmente nas moradias mais carentes, e também impactos na saúde das pessoas, uma vez que o rio é poluído.

Os planos diretores dos municípios possuem diversos usos para a planície, que variam desde área de relevância ambiental (Campinas), com uso restritivo de ocupação da terra, até área de expansão urbana e peri-urbana (Jaguariúna) e zona industrial de grande porte (Paulínia).

Assim, a ocupação da planície do rio Atibaia passa por processos similares ocorridos quando há um crescimento das cidades, com a migração de pessoas de baixa renda para as áreas peri-urbanas. Todavia, essa planície possui áreas ocupadas por chácaras e condomínios de alto padrão e chácaras de lazer. Percebe-se que a região de ocupação mais antiga é a mais rica (Vale das Garças e Chácaras Mariângela), e as atuais ocupações são moradias mais simples (Chácaras Piracambaia I), onde se crê que o processo de peri-urbanização esteja atuando.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À primeira vista a planície pode parecer uma área simples. Contudo, é um sistema único e extremamente complexo. Em seus extremos ocorrem afunilamentos, sendo que, o de jusante, provoca o retardo no escoamento das enchentes e, o de montante, uma maior velocidade nesse escoamento. Com isso, ocorre o transbordo e o acúmulo de depósitos aluviais. Os terraços presentes indicam diferentes fases de desenvolvimento. Esses vários ambientes se interrelacionam e processos de sedimentação e erosão são visíveis ao longo de toda a área. Seu embasamento, por si só, está localizado em uma zona de transição entre a Grande Depressão Periférica da Borda Leste da Bacia do Paraná e o Planalto Atlântico. Com a forma de uma pequena bacia sedimentar, possui uma série de feições morfológicas sendo que, algumas delas, como as bacias de decantação, os meandros abandonados e os diques, estes, em alguns casos, muito próximos ao canal principal, represam as águas das cheias e ocasionam transtornos para a população local. Muitas construções, por sua vez, foram feitas sobre meandros, paleocanais e mini bacias de decantação.

A ocupação da planície é histórica e percebe-se que as estruturas mais antigas são os sistemas de tratamento de efluentes da empresa Rhodia-Solvay, os quais representam perigo à qualidade das águas e aos aquíferos locais. Ao longo dos anos, surgiram bairros como as Chácaras Piracambaia I e II e novos lotes para sítios e chácaras, que são construídos em terrenos de campos úmidos e brejos e, em algumas situações, não respeitam as faixas de servidão das torres de alta transmissão. Há, hoje, um uso misto da terra, pois existem extensos terrenos para cultivo de cana-de-açúcar, haras, cavas de mineração de areia e argila, e terrenos de áreas menores para chácaras de lazer, sítios para moradores com idade entre 40 a 70 anos, condomínios de alto padrão e moradias de aluguel mais carentes.

A planície do rio Atibaia mostra-se extensa. A estruturação da calha e a presença de afunilamentos (à montante e jusante) permitiram a acumulação de depósitos e formação de uma pequena bacia sedimentar. A presença de terraços indica fases diferenciadas de desenvolvimento. A migração de meandros ocorre atualmente e são observados meandros ativos, abandonados e paleomeandros (o que indica um segundo terraço). Os diques marginais no entorno do rio atuam como barreiras em caso de transbordo do rio; as áreas sem a presença de diques ou com diques pouco desenvolvidos são áreas de entrada das águas dos rios em época de enchente e inundação.

Praticamente toda a planície e seu entorno está requerida para pesquisa mineral de exploração de areia, argila e silte.

O rio limita três municípios com visões diferentes de uso e ocupação da terra. Em Paulínia, a zona é industrial de grande porte e contrasta com a macrozona de relevância ambiental de Campinas e com as áreas urbanas, de expansão urbana e de mineração ativa no município de Jaguariúna.

Nem sempre esses zoneamentos municipais estão coerentes com o uso da terra (geralmente grandes estruturas chegam antes de leis). Daí surge o problema de como se gerenciar as áreas protegidas ambientalmente com as atividades que ocorrem na planície.

A planície apresenta inundações periódicas decorrentes de chuvas máximas e de eventos extremos, sendo 50 mm em 24 horas de precipitação um valor adequado para o sistema de alerta para os moradores da planície.

Apesar de se estabelecer a cota de inundação de 558 metros (somente as áreas urbanizadas de Campinas estão acima dessa cota), as inundações periódicas, que caracterizam a região como de alta susceptibilidade ao risco hidrológico, ultrapassam esse valor, alagando praticamente toda a planície, sem exceção.

A proibição legal de novas construções na planície contrasta com as vendas de lotes e construção de novas moradias. E a proteção à fauna e flora, condizente com a aptidão da planície, contrasta com o cenário de 20 anos atrás, quando não havia as ocupações de hoje e a região era dominada por pastos sujos degradados, caças de animais e desova de produtos de roubo ou mesmo de assassinados. Hoje, os terrenos das moradias apresentam grande arborização, retorno da fauna e flora, e redução de caça de animais e de criminalidade.

A planície aluvial, como ecossistema integrado, tem várias aptidões: serve a áreas de lazer, a culturas temporárias, ao uso urbano, à pecuária e às atividades de mineração. A proximidade de centros urbanos promove a sua ocupação e o apelo ecológico atrai moradores de maior idade; o baixo custo do aluguel e do imóvel atraem moradores de baixa renda.

A ocupação humana na planície possui argumentos positivos e negativos que precisam ser considerados e administrados pelo poder público de modo conjunto com a população residente. O crescimento da ocupação, a ausência de monitoramento contínuo das instituições, a falta de recursos para ações efetivas e para grandes projetos como desocupação e fiscalização frequente dessas áreas, e a implantação de parques lineares de grande extensão justificam uma análise mais acurada da situação da planície para que, lado a lado à comunidade local, e de acordo com a realidade econômica brasileira, seja possível encontrar as melhores formas para administrar o ambiente frágil da planície.

Referências

ALCÂNTARA-AYALA, I. Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries. **Geomorphology**, Netherlands, v. 47, p. 107-124, 2002.

BENSON, C.; CLAY, E. J. Disasters, Vulnerability and the Global Economy. In: KREIMER, A.; ARNOLD, M.; CARLIN, A. (Ed.) *The Future Disaster Risk: Building Safer Cities. Disaster Risk Management Series*, n. 3, Washington D. C., The World Bank, p. 3-32, 2003.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Seção 1, p. 1.

_____. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas e alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes. Campinas – São Paulo, maio de 2013, SP_CPS_SR_01_CPRM, Vale das Garças – Vila Holândia (CA-48-CA47).** Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/plano-saneamento/fichas-informativas-15-1.pdf>>.

_____. **Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de massa.** 2018. Disponível em: <<https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/publications/c8h0vm000001w9k8-att/volume1.pdf>>.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal. Decreto nº 17.236, de 14 de janeiro de 2011. Dispõe sobre as medidas preventivas e interdição de imóveis localizados em áreas sujeitas a inundação, no município de Campinas e dá outras providências. Diário Oficial [da] Prefeitura de Campinas, Campinas, SP, 15 jan. 2011, nº 10.058-Ano XLI, p. 01-02.

_____. Lei Orgânica do Município, veto de Lei Complementar nº 57/2017, de 8 de janeiro de 2018. Dispõe sobre o Plano Diretor Estratégico do Município de Campinas. Diário Oficial da Prefeitura Municipal de Campinas, Campinas, SP, 2018, nº 11.754 – Ano XLVII.

CAMPOS, C. E. B. et al. Uso das várzeas úmidas (brejos) e aspectos pedosociais: estudo de caso em Cajuri – MG. **Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 309, p. 519-527, 2006.

CASTELLANO, M. S. **Inundações em Campinas (SP) entre 1958 e 2007: tendência socioespaciais e as ações do poder público.** 2010. 189 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CEPAGRI-Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura. Fenômeno de Microexplosão. UNICAMP, 2018. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br>.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/documents/3958478/0/Anexo+V+-+Cobrade_com+simbologia.pdf/d7d8bb0b-07f3-4572-a6ca-738daa95feb0>. Acesso em: 13 fev. 2019.

CUNHA, P. P. Vulnerabilidade e risco resultante da ocupação de uma planície aluvial – o exemplo das cheias do Rio Mondego (Portugal Cetral), no inverno de 2000/2001. **Territorium**, Coimbra, n. 9, 2002.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; PELLERIN, J. R. G. M. Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho – SC. **Boletim de Geografia**, Maringá. v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

GUIRAO, A. C.; CISOTTO, M. F.; BARBOSA, R. V. Vulnerabilidade por inundação na área de várzea do rio Atibaia no município de Campinas. **Revista Geonorte**, [s.l.], Edição Especial, v. 3, n. 4, p. 1380-1390, 2012.

HORA, S. B. H.; GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. **Sociedade e natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 57-75, ago. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico do uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IRRIGART – Engenharia & Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Piracicaba – 2000 a 2003**. Piracicaba, 2005.

JAGUARIÚNA. Prefeitura Municipal. Plano Diretor Municipal, Lei Complementar 204/2012. Anexo III – Divisão Territorial. 1 mapa. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do Município de Jaguariúna – PDJ, e dá outras providências. Diário Oficial da Prefeitura Municipal de Jaguariúna, Jaguariúna, SP, 2012.

_____. PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico e PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. 2016-2035. 3 vol. Jaguariúna, 2015.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais** – Conceitos Básicos. 1 .ed. Curitiba: Organic Trading, 2006.

KRON, W. Keynote lecture: Flood risk= hazard× exposure× vulnerability. **International Water Resources Association**, v. 30, n. 1, p. 58-68, mar. 2005.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan./mar. 2006.

MATTEDI, M. A.; BUTZKE, I. C. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**, n. 9, p. 93-114, 2001.

MELLO, M H. de A. et al. **Chuva e temperatura**: cem anos de observações em Campinas. Boletim técnico – IAC nº 154. Campinas: Instituto Agronômico, 1994.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**: estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo: IGEOG-USP, 1973. Versão 2000. (CD-ROM elaborado pelo Grupo de Pesquisa Climatologia Geográfica).

_____. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

MOORE, R. J.; BELL, V. A.; JONES, D. A. Forecasting for flood warning. **Comptes Rendus Geosciences**, v. 337, n. 2, p. 203- 217, jan.-feb. 2005.

MURARO, L. E. O.; YOSHINAGA-PEREIRA, S.; PEREIRA, P. R. B. O potencial de reservação de água subterrânea na planície de inundação do rio Atibaia, distrito de Barão Geraldo, Campinas, SP. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2016, Campinas. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2016, [s.p].

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ISDR: 2002 World disaster reduction campaign**. Geneva, Suiss, 2002. 16p. Disponível em: <https://www.unisdr.org/2002/campaign/pdf/Mountain_Booklet_2002_eng.pdf>.

_____. **Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives**. Genebra: Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), 2004.

PEREIRA, S. Y. **Proposta de representação cartográfica na avaliação hidrogeológica para o estudo de planejamento e meio ambiente, exemplo da Região Metropolitana de Campinas, SP**. 1997. 209 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 5. ed. São Paulo: Civilização Brasileira, 1998.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. Programa Cartas geológicas e geotécnicas para o planejamento ambiental na região entre Sorocaba e Campinas. **Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP)**. Relatório técnico. São Paulo, 1993, 3v.

TAVARES, A. C. **O clima local de Campinas**: introdução ao estudo do clima urbano. 1974. 186 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974.

TUNG, Y. Keynote lecture: Risk-Based design of flood defense system. In: SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FLOOD DEFENSE, 2002, Beijing. **Proceedings...** Beijing: Tsinghua University, 2002, p. 71-81.

VICENTE, A. K. **Extremos de precipitação na região metropolitana de Campinas**. 2005. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

WEICHSELGARTNER, J. Disaster Mitigation: The Concept of Vulnerability Revisited. **Disaster Prevention and Management**, Bingley, v. 10, p. 85-94, 2001.