

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – FCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

NAYARA RODRIGUES DA SILVA

**MUDANÇAS HIDROGEOMORFOLÓGICAS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO
NA BACIA HIDROGRÁFICA RIO ARICANDUVA, SÃO PAULO/SP**

Presidente Prudente/SP
2022

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – FCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

NAYARA RODRIGUES DA SILVA

Mudanças hidrogeomorfológicas decorrentes da urbanização na bacia hidrográfica rio
Aricanduva, São Paulo/SP

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho FCT/UNESP – Presidente Prudente, para
obtenção do título de Mestra em Geografia.

Sob orientação da Prof. Dra. Isabel Cristina Moroz
Caccia Gouveia.

S586m Silva, Nayara Rodrigues da
Mudanças hidrogeomorfológicas decorrentes da urbanização na
bacia hidrográfica rio Aricanduva, SÃO PAULO/SP / Nayara
Rodrigues da Silva. -- Presidente Prudente, 2022
111 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente
Orientadora: Isabel Cristina Caccia Gouveia

1. Geomorfologia Antropogênica. 2. ; Geomorfologia Urbana
Histórica. 3. Cartografia Geomorfológica Retrospectiva. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MUDANÇAS HIDROGEOMORFOLÓGICAS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA RIO ARICANDUVA, SÃO PAULO/SP

AUTORA: NAYARA RODRIGUES DA SILVA

ORIENTADORA: ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em GEOGRAFIA, área: Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Unesp/FCT - Câmpus de Presidente Prudente

Prof. Dr. RODOLFO ALVES DA LUZ (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES (Participação Virtual)
FCT / Unesp/FCT - Câmpus de Presidente Prudente

Presidente Prudente, 09 de fevereiro de 2022

Dedico este trabalho à minha avó materna, Eva Campos, meus avós paternos, Severino Manoel e Sebastiana Ribeiro. Aos meus pais, Paulo Daniel e Maria Isabel, meus irmãos Mayqui Rodrigues e Marlon Daniel. Todas e todos os moradores do Pq. Maria Luiza.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a proteção dos/das Orixás, Guias e Encantados.

Laróyè

Ogunhê

Ora yê yê

Agradeço ao apoio incondicional e puxões de orelha da Ialorixá Dona Eva, minha avó. Que me protege, escuta e aconselha. Tudo que faço é por ela e espero conseguir retribuir tudo que ela faz por mim.

Agradeço ao Paulo Daniel (meu pai) e Maria Isabel (minha mãe), que me deram a vida e toda a liberdade escolher meus caminhos.

Meus avós Severino Manoel e Sebastiana (in memoriam).

Aos meus irmãos Mayqui e Marlon.

Tenho certeza de que não chegaria aqui sem o apoio, amizade, companheirismo e orientação da Profa. Dra. Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia! Estamos trabalhando juntas há quase 10 anos. A Isabel é a pessoa mais doce e justa que conheci na UNESP/FCT, com um humor sutil e sempre tão serena, me acolheu e sempre acreditou nessa parceria. Um dia espero ser metade da professora, orientadora e pesquisadora que ela é. Meu muito obrigada!

Agradeço aos Prof. Dr. João Osvaldo Nunes Rodrigues e Prof. Dr. Rodolfo Luz pelas considerações na qualificação. Que foram importantes para direcionar a finalização da dissertação.

A vida sempre me presenteou com grandes amizades que estão espalhadas pelo mundão e mesmo com a distância se fazem presentes. Agradeço ao Henrique Vinicius, Paula Agnes, Érika Mari, Renan Marcondes, Fernando Gallo, Carlos Eduardo, Matheus, Lucas Morato e Ana Paula. E as amizades que a UNESP/FCT me deu... Agradeço à Dayane Garcia, Priscila Maldonado, Cintia Santos, Lidiana Pinho, Anna Paula, Prof. Dr. Mariano Caccia Gouveia, Prof. Dr. Paulo César Rocha, João Pimenta, Dona Ana (in memoriam), Dona Iza, Sinthia Silvestre, Thiago Passos, Aline Aparecido, Prof. Dr. Lindberg Nascimento Júnior, Eusébio de Sousa, Lucas Silva e Karis Rocha. Esse período pandêmico ficou um pouquinho

“menos pior” por conta da presença de vocês no meu dia a dia: Lucas Araújo, José Carlos, Victória Batista, Bruno Lucas, Guilherme Sousa, Gustavo Henrique, Gleice Santana, Marco Aurélio. Meu muito obrigada pessoal!

Aos colegas da turma 31 do Programa de Pós - Graduação Geografia. Aos colegas do grupo de pesquisa GAIA e o pessoal do Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos.

Por fim, agradeço à Escola Estadual João Gomes Martins (localizada em Martinópolis/SP), no qual me tornei realmente professora e os primeiros desafios da docência no ensino fundamental e médio. Nunca vou esquecer o frio na barriga de enfrentar o 6º C e o 1º C.

E a segunda escola que me acolheu, o CEEJA – Professor José Líbano, que trouxe outros desafios com o ensino de jovens e adultos. Agradeço à diretora Maria Aparecida Marinho Gomes, a vice-diretora Daniela Tarifa e ao coordenador Evandro Massaroti Munhoz pela oportunidade. As funcionárias da secretária e organização escolar, as professoras e professores, equipe de Linguagens e Códigos Aline Cremonesi, Marlene Biscaíno, Marx Willian, Eliane Parron e Valéria Alves.

E a equipe mais legal e bonita do CEEJA, Equipe Humanas, as amigas e ao amigo: Dionizia Estevam, Paulo Oliveira, Natalie Floriano, Ritielle Aparecido e Viviane Carvalho, agradeço imensamente por todo aprendizado, acolhida e por me mostrarem que dá sim para trabalharmos em equipe, mesmo com tantas diferenças, mas com respeito e diálogo podemos construir pontes entre nós e a(o)s aluna(o)s. Me tornei uma pessoa e uma professora melhor graças a vocês!

Por fim,

Fomos atravessados pela pandemia e para piorar com um governo fascista/genocida no poder. Um período que nenhum filme apocalíptico poderia prever e com isso tivemos que aprender tudo do zero. As mesas dos botecos foram trocas pela escrivaninha e computador, os encontros nos corredores da universidade, trocados por vídeos-chamadas. Agradeço por toda(o)s a(o)s profissionais da saúde e profissionais da educação, que graças a elas/eles estamos aqui. Toda força e amor do mundo para as pessoas que perderam parentes durante essa guerra contra a covid-19.

Espero de coração que o atual momento político em todos os âmbitos não destrua os sonhos das próximas gerações! Que tenha saúde, educação, emprego, alimento e dignidade para geral! Que a educação e vença a barbárie!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

*“Até o rio mais sujo pode acolher as águas
da chuva para continuar sendo rio”
Babalorixá Sidnei Nogueira*

RESUMO

A pesquisa tem como premissa investigar e sistematizar cartograficamente dados hidrogeomorfológicos para avaliar qualitativamente as principais transformações ocorridas nos canais e planícies fluviais, bem como os conjuntos interfluviais da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, localizada na zona leste do município de São Paulo. Assim, a partir da reconstituição das morfologias originais, pré-urbanas e da identificação das morfologias antropogênicas, foram realizadas análises com o auxílio da metodologia desenvolvida por Lima (1997), Rodrigues (2005, 2010), Moroz-Caccia Gouveia (2010, 2017) e Luz (2014), com abordagens da Geomorfologia Antropogênica e Geomorfologia Urbana Histórica cujo objetivo foi avaliar o grau de artificialidade imposto à área e suas implicações nos processos hidrogeomorfológicos. Para identificar as mudanças impostas pela urbanização no sistema físico da bacia hidrográfica rio Aricanduva foram realizadas análises comparativas referentes entre os anos de 1930 (fase inicial de urbanização) e 2020 (fase de urbanização consolidada). Como resultados da pesquisa foram produzidos dados que expressam as mudanças na bacia hidrográfica rio Aricanduva decorrentes do processo de urbanização, tais como: mapas originais (Mapa da Morfologia Original, Mapa da Hidrografia Original e Mapa de Cobertura Vegetal Original), mapa pré-urbanos (mapa de uso e cobertura da terra 1930, mapa de hidrografia de 1930), mapa antropogênicas (mapa de uso e cobertura da terra de 2020 e mapa da hidrografia de 2020), por fim os mapas sínteses com o Mapa de Unidades Morfológicas Complexas de 1930 e 2020 e pontos inundações. Com o auxílio dos mapeamentos identificamos o grau de artificialidade devido aos processos de urbanização imposto a bacia hidrográfica rio Aricanduva, como a canalização dos rios e córregos, aumento da área da bacia hidrográfica promovido pela retificação dos rios e córregos.

Palavras-chave: Geomorfologia Antropogênica; Geomorfologia Urbana Histórica; Cartografia Geomorfológica Retrospectiva

ABSTRACT

The research aims to investigate and cartographically systematise hydrogeomorphological data to qualitatively assess the main transformations that occurred in the channels and fluvial extensions, as well as the interfluvial sets of the hydrographic basin of the Aricanduva river, located in the eastern zone of the city of São Paulo. Therefore, from the reconstitution of the original, pre-urban morphologies and the identification of anthropogenic morphologies, analyses were carried out using the methodology developed by Lima (1997), Rodrigues (2005, 2010), Moroz-Caccia Gouveia (2010, 2017) and Luz (2014), with approaches from Anthropogenic Geomorphology and Historical Urban Geomorphology whose objective was to evaluate the degree of artificiality imposed on the area and its specifications in hydrogeomorphological processes. To identify the changes imposed by urbanization in the physical system of the Aricanduva river basin, comparative analyzes were carried out referring to the years 1930 (initial urbanization phase) and 2020 (consolidated urbanization phase). As a result of the research, the resulting data express the changes in the hydrographic basin of the Aricanduva river as the result of the urbanization process, such as: original maps (Original Morphology Map, Original Hydrography Map and Original Vegetation Coverage Map), pre-urban maps (1930 land use and cover map and 1930 hydrographic map), anthropogenic map (2020 land use and cover map and 2020 hydrographic map as well as the schematic Maps, composed of the Map of Complex Morphological Units of 1930 and 2020 and flooding points. With the help of the mapping work, we identified the degree of artificiality due to the urbanization processes imposed on the Aricanduva river basin, such as the canalization of rivers and streams and the increase of the area of the hydrographic basin, promoted by the rectification of rivers and streams.

Keywords: Anthropogenic Geomorphology; Historical Urban Geomorphology; Retrospective Geomorphological Cartography.

Listas

Figuras

Figura 1: Regiões administrativas do município de São Paulo	17
Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva.....	23
Figura 3: Classificação de padrões de drenagem conforme Christofolletti (1980)	26
Figura 4: Tipos de leitos fluviais	27
Figura 5: Eventos hidrogeomorfológicos	28
Figura 6: Fluxograma de comportamento hidrodinâmico	37
Figura 7: Elementos das formas de relevo obtidos dos Geomorphons.....	40
Figura 8: Mosaico com as cartas topográficas S.A.R.A.....	42
Figura 9: Pontos notáveis	43
Figura 10: Organização das cartas topográfica S.A.R.A escala 1:5.000	44
Figura 11: Convenções cartográficas 1930	45
Figura 12: Fluxograma para identificação de unidades morfológicas complexas e graus de perturbação 1930.	48
Figura 13: Fluxograma para grau de perturbação 2020.....	48
Figura 14: Expansão urbana bacia hidrográfica rio Aricanduva	53
Figura 15: Unidades climáticas naturais - recorte BHRA	57
Figura 16: Unidades Climáticas Urbanos - recorte BHRA	58
Figura 17: Hidrografia original bacia hidrográfica rio Aricanduva – São Paulo	60
Figura 18: Mapa dos Grupos Litológicos	62
Figura 19: Mapa de declividade	66
Figura 20: Mapa de morfologias originais	67
Figura 21: Cobertura Vegetal Original Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva – São Paulo.....	69
Figura 22: Mapa Hidrografia 1930	71
Figura 23: Mapa da Hidrografia 2020	72
Figura 24: Mapa Uso e Cobertura da Terra 1930	75
Figura 25: Mapa Uso e Cobertura da Terra 2020.....	78
Figura 26: Mapa de unidades morfológicas complexas 1930 bacia hidrográfica rio Aricanduva	85
Figura 27: Mapa de Unidades Morfológicas Complexas 2020 Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva – São Paulo	90
Figura 28: Galerias pluviais.....	92
Figura 29: Aumento do nível da água	93
Figura 30: O rio Aricanduva.....	93
Figura 31: Outros pontos de inundação.....	94
Figura 32: Pontos de inundação bacia hidrográfica rio Aricanduva – São Paulo 16 de janeiro de 2022.	95
Figura 33: Mapa síntese com os pontos de inundação e as Unidades Morfológicas Complexas	96

Tabelas

Tabela 1: Demografia dos bairros localizados na área da Bacia Hidrográfica do Rio Aricanduva.....	21
---	----

Tabela 2: Mudanças observadas nos canais fluviais e bacia hidrográfica (Indicadores Morfológicos)	73
---	----

Quadros

Quadros 1: Classificação de eventos de natureza hidrogeomorfodinâmica	28
Quadros 2: Indicadores morfológicos.....	35
Quadros 3: Indicadores dos materiais superficiais: formações superficiais e solos/uso físico da terra e cobertura vegetal	35
Quadros 4: Indicadores de processos Hidrogeomorfológicos	35
Quadros 5: Classes de Declividade	41
Quadros 6: Organização dos dados gerados	49
Quadros 7: Unidades climáticas “naturais” do município de São Paulo - (I) clima tropical úmido de altitude do Planalto Paulistano	58
Quadros 8: Unidades climáticas urbanas do município de São Paulo.....	59
Quadros 9: Uso e cobertura da terra 1930	76
Quadros 10: Uso e cobertura da terra	79
Quadros 11: Unidades Complexas e Níveis de Perturbação 1930	82
Quadros 12: Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação 2020.....	87

Gráficos

Gráficos 1: Expansão urbana bacia hidrográfica rio Aricanduva.....	53
Gráficos 2: Classes de declividade (%)	65
Gráficos 3: Formas do relevo	65
Gráficos 4: Distribuição dos tipos de uso e ocupação em 1930	77
Gráficos 5: Distribuição dos tipos de uso e cobertura da terra em 2020.....	80
Gráficos 6: Níveis de perturbação - 1930.....	86
Gráficos 7: Níveis de perturbação - 2020.....	91

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	15
INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO I.....	21
1. OBJETIVOS.....	21
1.1.1. Objetivo geral:.....	21
1.1.2. Objetivos específicos:.....	21
1.2. ÁREA DE ESTUDO.....	21
CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO.....	24
2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	24
2.1. Geomorfologia.....	24
2.2. Geomorfologia fluvial e processos geohidrodinâmicos.....	25
2.3. Geomorfologia Antropogênica.....	28
2.4. Cartografia geomorfológica e retrospectiva.....	30
2.5. Comportamento hidrodinâmico e unidades complexas.....	36
CAPÍTULO III - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	39
3. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA.....	39
3.1. Reconstituição cartográfica da morfologia e hidrografia originais (ou pré-urbana).....	39
3.2. Identificação e mapeamento da morfologia antropogênica em 1930 e 2020.....	42
3.3. Avaliação quali-quantitativa das mudanças hidrogeomorfológicas decorrentes da ação antrópica no meio físico na bacia hidrográfica do Rio Aricanduva.....	46
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	52
4.1 O Além Tamandateí: o processo de urbanização além-Tamandateí.....	52
4.2. Caracterização física da área de estudo.....	55
4.2.1. Clima.....	56
4.1.2. Hidrografia original.....	60
4.1.3. Geologia.....	62
4.1.4. Relevo.....	64
4.1.5. Cobertura Vegetal Original.....	68
4.1.6. Mudanças na hidrografia.....	70
4.1.7. Usos e Cobertura da Terra e Morfologia Antropogênicas.....	74
4.1.8. Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbações Hidrogeomorfológicas.....	81
4.1.9. “Essa rua tem o nome de um rio que a cidade sufocou”.....	91
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

APRESENTAÇÃO

A dissertação apresentada intitulada “MUDANÇAS HIDROGEOMORFOLÓGICAS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA RIO ARICANDUVA, SÃO PAULO/SP”, sob a orientação da Prof. Dra. Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia, corresponde ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, área de concentração: Produção do Espaço Geográfico, na linha de pesquisa Dinâmicas da Natureza e vinculado ao subprojeto Fragilidade Ambiental e mudanças nas dinâmicas hidrogeomorfológicas nos meios rural e urbano, com coordenação da Prof. Dra. Isabel Cristina Moroz Caccia Gouveia.

A presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- **Introdução**
- **Capítulo I:** apresenta os objetivos da pesquisa, e a escolha da área de estudo;
- **Capítulo II:** tem o intuito de traçar os caminhos da pesquisa a partir do referencial teórico-metodológico;
- **Capítulo III:** apresenta os procedimentos metodológicos que foram utilizados para o desenvolvimento da dissertação;
- **Capítulo IV:** apresenta os resultados obtidos
- **Considerações finais.**

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas e anexos utilizadas para a elaboração da dissertação.

INTRODUÇÃO

“O que significa Aricanduva? Por que o rio é tão sujo? Por que essa água suja chega em casa todo dia que chove? Por que todo mundo perde alguma coisa depois da chuva? O rio sempre foi assim?”

Durante toda minha infância, fazia essas perguntas ao meu pai e meu avô. Queria entender por que nos dias de chuva a água chegava até a minha casa e nas casas dos vizinhos. A culpa nesse momento ficava na conta da chuva e a curiosidade permanecia.

Ao entrar na universidade comecei a ter algumas pistas que poderia responder essas questões e assim cheguei na presente dissertação que é o resultado das minhas inquietações e buscas de possíveis respostas: **“Mudanças hidrogeomorfológicas decorrentes da urbanização na bacia hidrográfica Rio Aricanduva, São Paulo/SP.”**

A palavra Aricanduva, de acordo com a Prefeitura de São Paulo (2008) tem origem indígena da etnia tupi que significa sítio das plantas *áris*, que é um determinado tipo de palmeira.

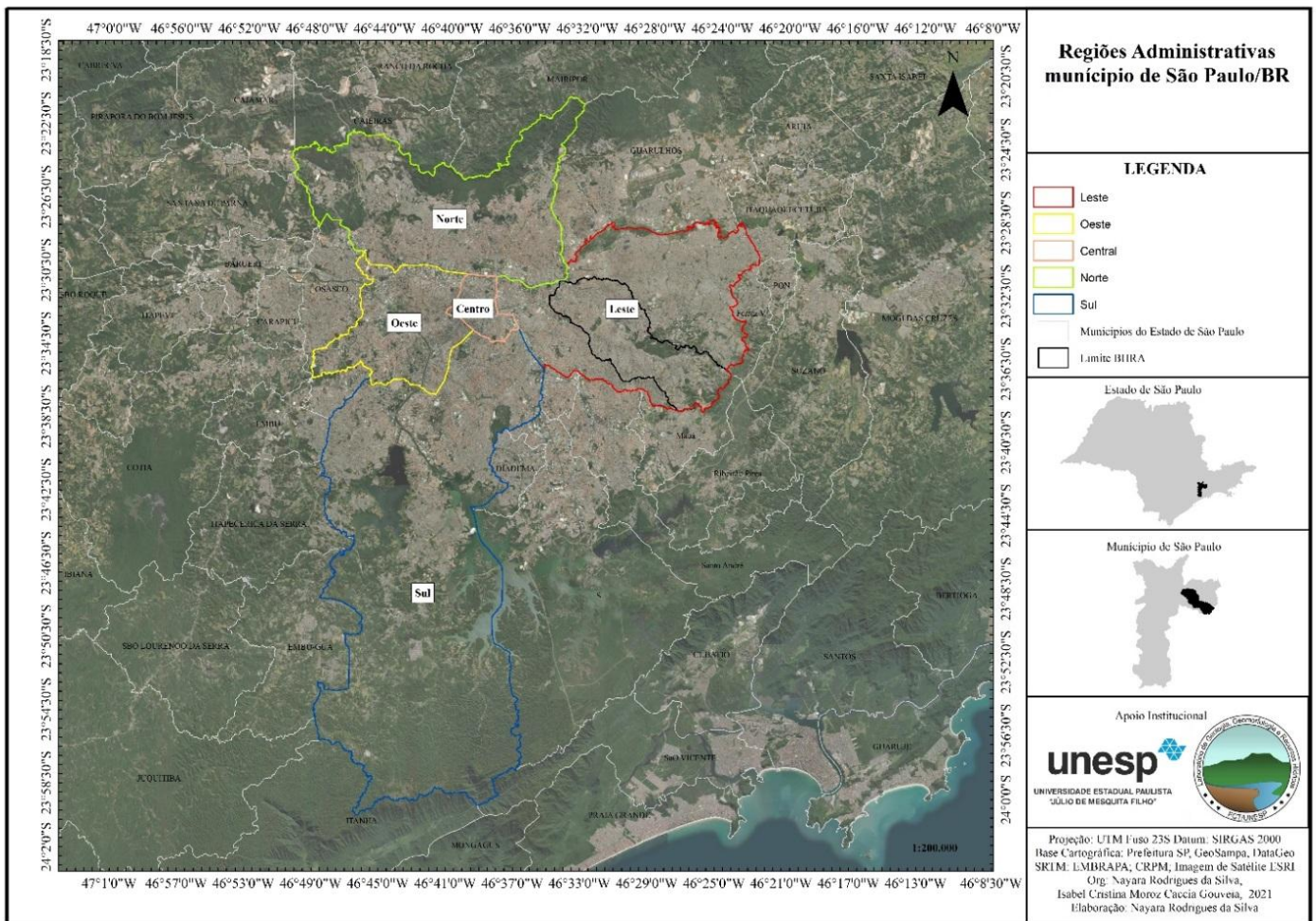
O nome do rio principal da bacia hidrográfica nos revela uma característica da paisagem original. A toponímia tem como objetivo investigar a origem dos nomes de lugares, cidades, regiões. Dick (2004) destaca que as populações indígenas tinham como característica nomear lugares e afins de um modo descritivo devido à realidade vivenciada diariamente. Logo, tais denominações, nos dão dicas e descrevem como eram esses lugares, pois está diretamente ligado à história e a geografia mesmo que, atualmente, os elementos geográficos originais não estejam presente.

Ao olhar hoje a situação que o rio Aricanduva e demais afluentes se encontram, bem como a paisagem da bacia hidrográfica, é quase impossível imaginar sua morfologia original

mesmo com as “pistas” trazidas através do seu nome. O rio hoje já não possui nenhuma vegetação em seu entorno e muito menos, as palmeiras que lhe deram nome.

De acordo com a Prefeitura de São Paulo (2015), o município é dividido em cinco regiões administrativas, no qual cada região é denominada como: zona central, zona norte, zona sul, zona oeste, zona leste. Esta pesquisa direciona suas investigações para as transformações ocorridas ao longo do processo de urbanização na bacia hidrográfica do rio Aricanduva (BHRA), situada na zona leste da cidade de São Paulo/SP. Abaixo, a figura 1 apresenta as cinco zonas administrativas:

Figura 1: Regiões administrativas do município de São Paulo



Elaboração: A autora

À medida que a mancha urbana da cidade de São Paulo se desenhou à leste, acabou intensificando as transformações nos córregos, rios, várzeas, colinas e morros, a fim de facilitar a implantação de loteamentos, vias e infraestrutura urbana. Tais obras de engenharia alteraram drasticamente o relevo, os solos e a rede de drenagem. Como consequência, temos o aumento na frequência e magnitude de enchentes, inundações e alagamentos, processos erosivos e movimentos de massa que, combinados com a situação de segregação e desigualdades socioeconômicas, pode gerar uma diversidade de riscos e vários níveis de vulnerabilidade¹. Assim, enquanto componente do risco (VEYRET, 2007), o conceito de vulnerabilidade põe em evidência as relações entre problemáticas ambientais, sociais e urbanas, desde a sua dimensão espacial num movimento contraditório e dialético.

Para Souza (2005), o espaço urbano e a cidade são produzidos através da ação de agentes sociais que são: os proprietários dos meios de produção (principalmente as grandes indústrias); proprietários fundiários; promotores imobiliários; o Estado e os grupos sociais excluídos, que corresponde a uma parcela da população que não possui renda para pagar por imóveis ou alugueis, e para a qual restam habitações precárias (como cortiços, sistemas de autoconstrução, favelas ou conjuntos habitacionais fornecidos pelo agente estatal).

Diante disso, é importante entender que as cidades contemporâneas, produzidas no âmbito do modelo social, econômico e político pautado no modo de produção capitalista e no neoliberalismo, têm como característica intrínseca as desigualdades que são transformadas em diferenciações socioespaciais de cunho negativo, que se expressam tanto materialmente nas condições diferenciadas e desiguais de realização da vida cotidiana, quanto subjetivamente, nas representações que baseiam os processos de identificação/diferenciação/estigmatização entre os segmentos sociais e no interior deles, pautando práticas socioespaciais cada vez mais marcadas pela negação do convívio entre os diferentes (MEDEIROS, 2010).

¹ Destacamos que a presente dissertação não tem objetivo aprofundar o debate sobre vulnerabilidade na Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva, mas apresentar pontualmente que existe tais riscos na área de estudo.

O argumento é importante, pois atende às leituras de que o processo de urbanização afeta diretamente a morfologia do relevo e os processos hidrogeomorfológicos, orientada por tais ações, logo a consolidação das cidades é resultado e produto da conjuntura da sociedade. Nessa condição, os ritmos sociais são inseridos e sobrepostos aos ritmos e formas naturais, transformando e ressignificando tudo que era natural em natureza social (SUERTEGARAY; NUNES, 2001).

A pesquisa conduzida a partir de metodologia apoiada na Geomorfologia Antropogênica e Geomorfologia Urbana Histórica permite identificar as mudanças impostas à paisagem e ao sistema físico da Bacia Hidrográfica do Rio Aricanduva (BHRA), desde a fase pré-urbanização até a atualidade.

Destacando a importância dos rios e córregos para a organização territorial preterida e a sua situação atual, além de mensurar (qualitativamente e quantitativamente) as perturbações impostas à morfologia original ou pré-urbana.

Conforme afirma Rodrigues (2004), o processo de urbanização e as intervenções antrópicas no meio físico devem ser entendidos como processos geomorfológicos com a necessidade de mensuração dos efeitos em bacias hidrográficas e em sistemas fluviais como canais e planícies de inundação. Dentre as propostas de investigação de Rodrigues (2004) ressaltamos a análise da cartografia retrospectiva como um importante instrumento para a compreensão das alterações ambientais decorrentes da ação antrópica² e suas consequências.

Diante do exposto, a presente pesquisa objetiva compreender como o processo de urbanização modificou os canais e planícies fluviais e os conjuntos interflúvios, utilizando a proposta metodológica de Rodrigues (1999, 2004, 2005, 2006, 2008 e 2010), Moroz Caccia Gouveia (2010), Luz (2014) et al. Buscando atingir esse objetivo, utilizaremos os

² Vale destacar que ao referirmos “ação antrópica” ou “o homem como agente modificador do relevo”, entendemos que os processos de modificação são implementados pelo interesse de uma parcela pequena da população e por agentes hegemônicos, pois estamos inseridos em uma sociedade capitalista e com interesses definidos.

mapeamentos do Projeto SARA³, que é um marco histórico e é um riquíssimo acervo para compreendermos os processos de expansão da zona leste, como também identificar os aspectos físicos (morfologia dos canais fluviais, relevo, ocupação e até a vegetação) e assim gerar documentos cartográficos retrospectivos e evolutivos. E por fim, identificar como a expansão urbana à leste do município de São Paulo gerou o aumento dos riscos (aumento da magnitude das inundações, enchentes e alagamentos).

³ SARA (*Società Anonima Rilevamenti Aerofotogrammetrici*), é o nome da empresa italiana que venceu a concorrência para executar esse levantamento topográfico e o mapeamento sistemático da cidade de São Paulo nos anos 20 e originalmente publicado em 1930.

CAPÍTULO I

Neste capítulo são apresentados os objetivos (geral e específicos) e a área de estudo.

1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral:

Avaliar a intensidade das intervenções antrópicas na paisagem e nos processos hidrodinâmicos da Bacia Hidrográfica do Rio Aricanduva, sob a ótica da Geomorfologia Antropogênica e Urbana Histórica.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Reconstituição cartográfica da morfologia original (ou pré-urbana);
- Identificação e mapeamento da morfologia antropogênica em 1930 e 2020; e,
- Avaliar quali-quantitativamente mudanças hidrogeomorfológicas decorrentes da ação antrópica na bacia hidrográfica do Rio Aricanduva.

1.2. ÁREA DE ESTUDO

As nascentes do Rio Aricanduva estão localizadas no extremo da zona leste de São Paulo, limítrofe ao município de Mauá, sendo sua área de drenagem aproximadamente 103,9 km². A área da BHRA engloba 11 bairros de quatro subprefeituras distintas conforme se observa na Tabela 1.

Tabela 1: Demografia dos bairros localizados na área da Bacia Hidrográfica do Rio Aricanduva

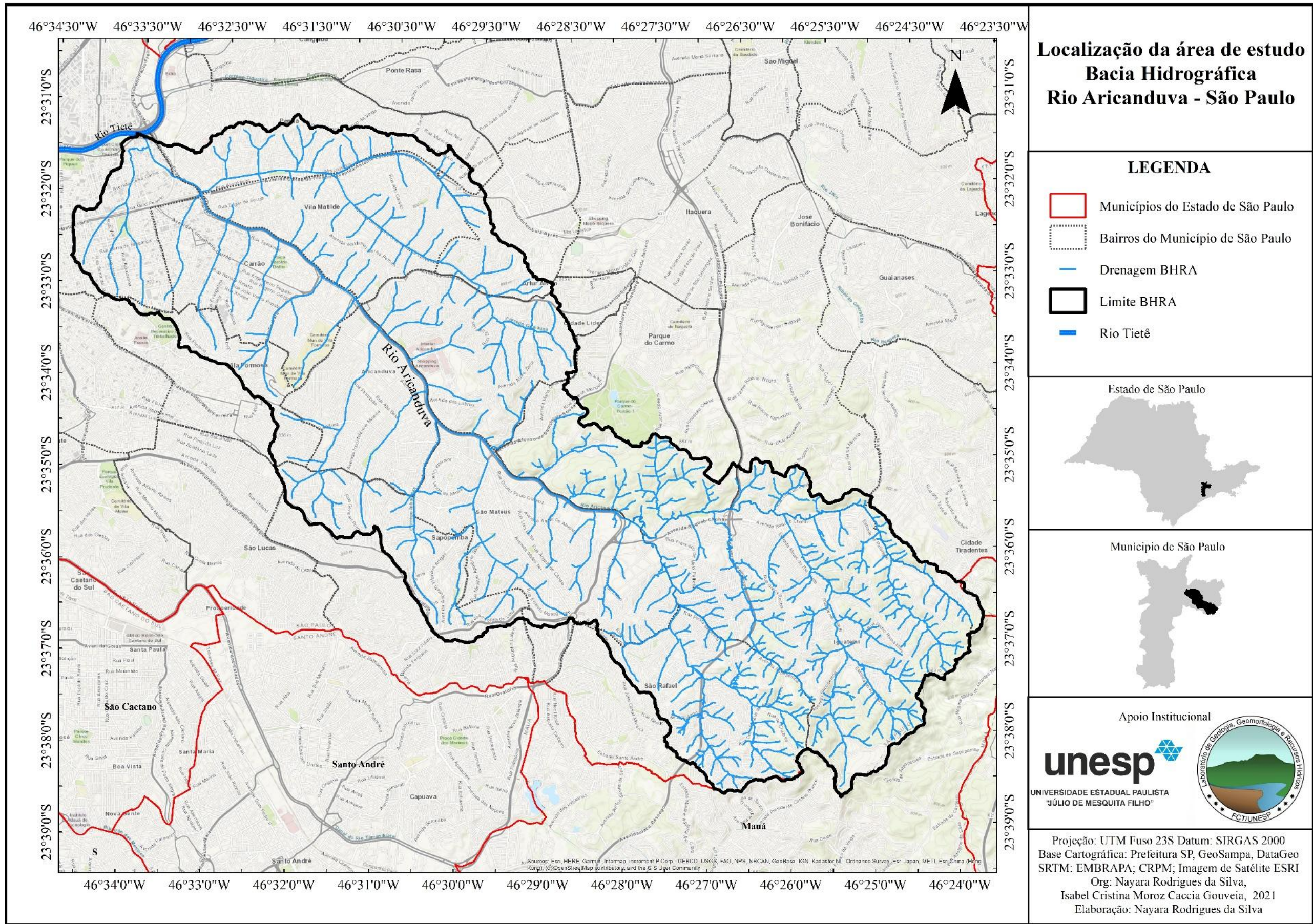
Subprefeitura	Bairros	População	Densidade demográfica (hab/km ²)
Penha	Penha	117.691	104,15
	Vila Matilde	98.173	110,31
	Tatuapé	75.481	92,05
Itaquera	Cidade Líder	130.255	127,7

Subprefeitura	Bairros	População	Densidade demográfica (hab/km²)
	Parque do Carmo	69.630	45,21
São Mateus	São Mateus	158.533	121,95
	São Rafael	151.017	114,41
	Iguatemi	126.645	64,61
Aricanduva	Aricanduva	92.982	140,88
	Vila Formosa	89.927	126,82
	Vila Carrão	71.366	95,15
Total		1181,334	1143,24

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2016); Org.: Silva, N. R. (2019).

A Figura 2 apresenta o mapa de localização da bacia hidrográfica da Bacia do Rio Aricanduva e os bairros por ela abrangidos.

Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva



Elaboração: A autora

CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar as principais referências teóricas e metodológicas utilizadas. Entendemos que a pesquisa nunca é um processo solitário sendo necessário um aporte teórico e metodológico, no qual autoras e autores são fundamentais para a elaboração da mesma.

2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1. Geomorfologia

Geomorfologia é o estudo do relevo, considerando os processos responsáveis pela formação e distribuição das formas. Os processos (gênese das formas) têm suas origens nas forças endógenas (forças que atuam no interior da Terra) e nas forças exógenas (forças que atuam na atmosfera). Se o relevo existe, é porque foram geradas e esculpidas pela ação de determinado processo ou grupo de processos. Dessa maneira, há um relacionamento entre formas e processos e o estudo de ambos podem ser considerados o objetivo central deste ramo do conhecimento, como as características fundamentais do sistema geomorfológico (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Entretanto, há que se considerar ainda, um terceiro elemento: os materiais. Moroz-Caccia Gouveia (2010) acrescenta que o estudo relevo está diretamente ligado ao estudo dos materiais, pois determinados processos expressam-se em diferentes formas do relevo, logo as características dos materiais também irão condicionar a ação dos processos. Assim, entende-se que a geomorfologia está diretamente ligada aos estudos dos materiais (condicionantes), processos (ação) e formas (resultado).

Ao observar e analisar as formas de relevo presentes na Terra nota-se que não há homogeneidade. As forças que comandam os processos da origem e evolução da geomorfologia sejam elas endógenas, exógenas ou ainda biológicas ou antrópicas, não atuam

de forma contínua e uniforme sobre a superfície terrestre. Portanto, o balanço de processos, e cada processo individualmente, também não agem com a mesma frequência, intensidade e magnitude, o que explica a grande diversidade de formas de relevo na superfície terrestre. (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

Para Ross (1992) é necessário compreender a dinamicidade escala-temporal e as inter-relação dos elementos que moldam a superfície terrestre e já que as formas do relevo apresentam velocidades diferentes em sua formação, que podem ser aceleradas pela ação antrópica. Para isto Ross (1992) propõe a classificação taxonômica para a cartografia geomorfológica dividido em seis táxons: 1º táxon - unidade morfoestrutural; 2º táxon - unidades morfoesculturais; 3º táxon – unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes; 4º táxon – tipos de formas de relevo; 5º táxon – tipos de vertentes e o 6º táxon formas de processos atuais (como ravinas, voçorocas e afins).

A sistematização dos dados para identificação das formas do relevo e os usos e ocupação da terra é importante para entender os componentes espaciais, no qual vive as sociedades. Logo, constitui-se em suporte para as interações naturais e antrópicas, assim refletindo tais interações. Temos como resultado dessas interações sociedade – relevo, a modificação de formas, materiais e processos – os três elementos possuem relações dinâmicas e devem ser estudados de maneira integrada.

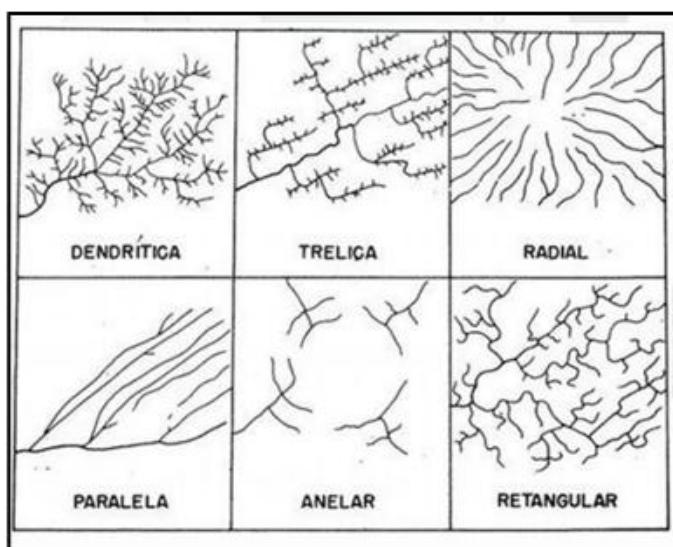
2.2. Geomorfologia fluvial e processos geohidrodinâmicos

A água tem como principal função na geomorfologia a modificação, esculturação do relevo e transporte de sedimentos, portanto é capaz de transformar a paisagem. A Geomorfologia Fluvial interessa-se pelo estudo das formas, processos e materiais relacionados às bacias hidrográficas, escoamento e cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Bacias hidrográficas são unidades naturais cujo elemento integrador está representado

através dos leitos fluviais ou canais de drenagens naturais (ROSS & PRETTE, 1998). Além disso, é formada por um rio principal e rios secundários (afluentes), planície de inundação e vertentes que compõem o sistema interfluvial. As redes de drenagem das bacias hidrográficas são formadas devido aos fatores físicos (geologia, clima, geomorfologia, solos e cobertura vegetal). Segundo Christofolletti (1980) o padrão de drenagem pode ser classificado em anelar, radial, paralela, retangular, treliça e dendrítica (Figura 3). De acordo com as premissas do autor a área de estudo, a bacia hidrográfica rio Aricanduva, possui padrão de drenagem dendrítico.

Figura 3: Classificação de padrões de drenagem conforme Christofolletti (1980)



Fonte: Christofolletti, Antonio (1980).

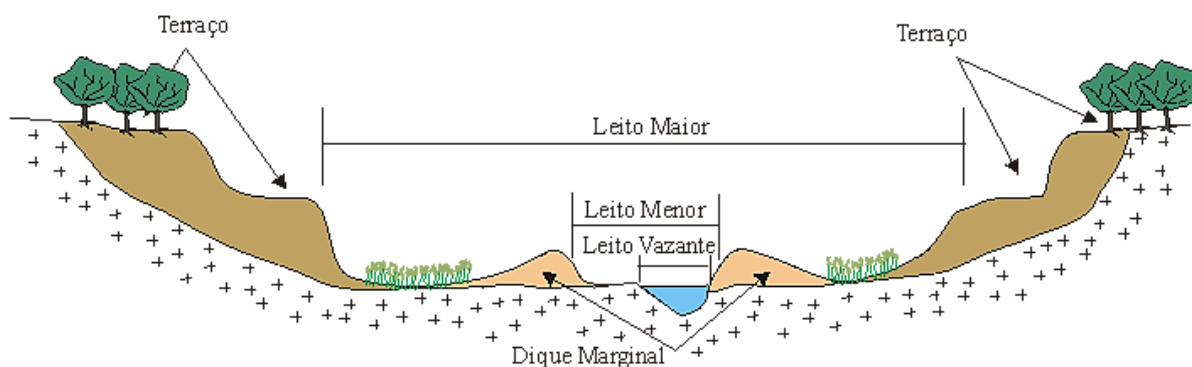
As planícies de inundação são formadas por aluviões e por materiais variados, depositados no canal ou fora dele, sendo encontradas em rios de diferentes grandezas. De acordo com o Christofolletti (1980):

A planície de inundação é a faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais, bordejando o curso de água, e periodicamente inundadas pelas águas de transbordamentos provenientes do rio. Embora esta definição seja razoável, a planície de inundação pode ser definida e delimitada por critérios diversos, conforme a perspectiva e os objetivos dos pesquisadores. Para geólogos, é a área do vale fluvial periodicamente inundada por cheias de determinadas magnitudes e frequências (nível das cheias com intervalo de recorrência de 10 anos, por exemplo); para o legislador, pode ser delimitada e definida pelo estudo do uso da terra; para o

geomorfólogo, a planície de inundação apresenta configuração topográfica específica, com formas de relevo e depósitos sedimentares relacionados com as águas fluviais, na fase do canal e no transbordamento.” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 76).

Quando o nível do canal aumenta recebendo mais águas, o rio transborda para as planícies de inundação. O leito de vazante, que está incluso no leito menor é utilizado para escoamento das águas baixas, serpenteia entre as margens do leito menor e acompanha o talvegue (que é a linha de maior profundidade ao longo do leito); o leito menor é bem delimitado e encaixado entre as margens geralmente bem definidas. O escoamento das águas nesse leito tem frequência suficiente para impedir o crescimento da vegetação e possui trechos irregulares (áreas profundas, partes retilíneas e oblíquas); o leito maior periódico ou sazonal é regularmente ocupado por cheias; o leito maior excepcional é onde ocorrem as cheias mais elevadas e enchentes, ambos os processos naturais ocasionados pela hidrodinâmica (CHRISTOFOLETTI, 1980). A Figura 4 ilustra os tipos de leitos fluviais e terraços fluviais⁴.

Figura 4: Tipos de leitos fluviais



Fonte: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html>

Os processos hidrogeomorfodinâmicos das bacias hidrográficas podem gerar os seguintes eventos (Quadro 1):

⁴ De acordo com o Dicionário Geológico Geomorfológico, terraço fluvial é: “superfície horizontal ou levemente inclinada, constituída por depósitos sedimentar, ou superfície topográfica modelada pela erosão fluvial, marinha ou lacustre limitada por dois declives do mesmo sentido.” (GUERRA & GUERRA, 2008).

Quadros 1: Classificação de eventos de natureza hidrogeomorfodinâmica

Inundação:	Representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.
Enchentes ou cheias:	São definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, sem extravasar.
Alagamento:	Acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem

Fonte: AMARAL; RIBEIRO. (2009). Org: Silva, N.R. (2021)

A figura 5 é a representação das informações contidas no Quadro 1, no qual apresenta os tipos de eventos hidrogeomorfológicos que ocorrem na BHRA.

Figura 5: Eventos hidrogeomorfológicos



Fonte: Acqualis Engenharia Disponível em: <<https://acqualisengenharia.com.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-enxurrada-e-alagamento/>>.

2.3. Geomorfologia Antropogênica

De um modo geral, as atividades humanas sobre o ambiente terrestre não eram levadas em consideração nos estudos geográficos até a década de 1950, embora autores como Marsh (1864) e Sherlock (1922) já apontassem caminhos para a inserção do antrópico na pesquisa geográfica e geomorfológica em fins do século XIX e início do século XX (RODRIGUES, 1997).

Gregory (1992) destaca que entre 1950 e 1960, a atividade humana não despertava muita a atenção dos geógrafos, sendo as principais pesquisas realizadas a partir dos processos não modificados por tais atividades, e quando estudados, eram considerados como elemento

secundário. Porém, os estudos voltados aos aspectos antrópicos na Geografia Física e, em especial, na Geomorfologia, possibilitada pela adoção da abordagem sistêmica a partir da década de 1970, reflete o contexto histórico de uma época marcada por problemáticas sociais, econômicas, políticas, em que as questões ambientais não ficaram de fora. As preocupações mundiais diante desses problemas tiveram forte visibilidade também nos setores acadêmicos e científicos (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

Conforme afirma Rodrigues (2004), o processo de urbanização e as intervenções antrópicas no meio físico devem ser entendidos como processos geomorfológicos, com a necessidade de mensuração dos efeitos em bacias hidrográficas e em sistemas fluviais como canais e planícies de inundação. Desta forma, Ross (1995) complementa:

O entendimento do passado permite uma adequada “radiografia” do presente e que por sua vez possibilita antever o futuro pelo quadro tendencial. Assim sendo, é possível ter-se, na linguagem cinematográfica, os “cenários do passado”, os “cenários do presente” e os “cenários do futuro” dentro de uma perspectiva inercial ou espontânea ou ainda “cenários futuros projetados”, desde que haja intenção de interferir e redirecionar as tendências percebidas. (ROSS, 1995, p. 66).

Com a consolidação da urbanização, industrialização e demais intervenções que modificaram compartimentos geomorfológicos e os processos hidrogeomorfológicos nas cidades, aliados ao sistema econômico capitalista, o meio ambiente se tornou recurso. Para que os espaços pudessem ser capitalizados para a formação e constituição de cidades, foram implantados os mais variados equipamentos urbanos que serviram para sujeitar e adequar seus atributos naturais. Assim, desconsiderando os suportes naturais, a cidade foi estruturando-se a partir de tecnologias para verticalizar, adensar e implantar sistemas de circulação, aterrando e drenando áreas úmidas, mudando cursos de rios, canalizando e retificando meandros, removendo mata nativa e outros (FURLAN, 2004).

Devido à necessidade de abordagem interdisciplinar, as sistematizações e referências teóricas para a consideração do antrópico em estudos do meio físico estão localizadas,

predominantemente, nas obras teóricas da Geografia Física e em algumas de suas disciplinas, tal como a Geomorfologia (RODRIGUES, 1997).

A partir da abordagem sistêmica e da utilização de ferramentas clássicas, como a cartografia geomorfológica e o monitoramento de processos, Rodrigues (2005, 2008, 2010), Moroz-Caccia Gouveia (2010), Luz (2014) dentre outros, vêm desenvolvendo, por meio de análises de documentos iconográficos e levantamentos históricos, além de técnicas em geomorfologia aplicada e urbana, procedimentos para avaliação dos graus de intervenção antrópica da urbanização em sistemas geomorfológicos urbanizados de São Paulo. Silveira & Lupinacci (2019) destacam que a geomorfologia antropogênica pode contribuir para a compreensão espacial das formas de relevo e para a identificação das mudanças que ocorrem ao longo do tempo em áreas urbanizadas, no qual podem auxiliam na projeção de áreas potencialmente problemáticas no futuro.

2.4. Cartografia geomorfológica e retrospectiva

Ao estudar Geomorfologia Antropogênica, é necessária a delimitação de uma dada área e a realização de um levantamento histórico sob a ótica da análise da paisagem e da geomorfologia, a fim de entender os processos que ali ocorreram e ocorrem e quais são as consequências atuais. Desta forma, é utilizada a cartografia geomorfológica e evolutiva, geoindicadores e categorias de análise para quantificar e qualificar os eventos da área em questão. Ainda segundo Rodrigues et al. (2014), esta metodologia foi gestada por testes e por uma ampla revisão da literatura em geomorfologia, na qual foram selecionados inúmeros autores com proposições para o estudo das ações antrópicas no meio físico, particularmente dos processos de urbanização. Dentre eles, destacam-se referência de geomorfologia antropogênica (NIR, 1983; GOUDIE, 1984; GREGORY; WALLING, 1987; DOUGLAS, 1983; SZABÓ et al. 2010), referência sobre mapeamento geomorfológico (SAVIGEAR,

1965; TRICART, 1965), além de autores que adotam abordagem histórica em geomorfologia fluvial (WOLMAN, 1967; HOOKE; KAIN, 1982; PETTS et al. 1989; GOUDIE; VILES, 1997; GREGORY et al., 1992; CRUTZEN, 2002; GURNELL et al., 2003; BENITO; THORNDYCRAFT, 2004; TRIMBLE 2008).

A maior parte dos estudiosos propõe a necessidade de se reconstruírem os cenários geomorfológicos representativos de fases anteriores, contemporâneas e posteriores às intervenções antrópicas e destacam o fato de que as ações antrópicas que acompanham os processos de urbanização devem ser consideradas ações geomorfológicas diretas e efetivas (DOUGLAS; LAWSON, 2000). Destacam ainda a relevância e a adequação do aparato geomorfológico na análise das mudanças dos sistemas físicos urbanizados com o oferecimento de um quadro referencial para o estudo retrospectivo destes sistemas (RODRIGUES; COLTRINARI, 2004).

Segundo Rodrigues (2005), a diferença fundamental para outras abordagens é a consideração da própria interferência antrópica como ação geomorfológica, ação essa que pode: modificar propriedades e localização dos processos e gerar, de forma direta e indireta, outra morfologia, aqui denominada de morfologia antropogênica.

Cabe salientar que, para o desenvolvimento dos produtos cartográficos, deve-se respeitar e prestar atenção quanto à escala a ser utilizada e seu conteúdo. No caso de mapas geomorfológicos detalhados e semi-detalhados (1:10.000 a 1:50:000), o principal conteúdo deve ser as formas de relevo concretas e suas partes, que é feita pela decomposição destas formas em superfícies geneticamente homogêneas (DEMEK, 1967).

De acordo com Rodrigues (2005) as **morfologias originais** ou **semipreservadas**, correspondem às áreas dotadas de cobertura vegetal (áreas de preservação permanente, matas, campos, vegetação de várzeas, reflorestamentos, áreas verdes urbanas) com pouca ou

nenhuma intervenção antrópica; e com formas originais ou semipreservadas dos canais fluviais; e **morfologias antropogênicas**, correspondem às áreas altamente modificadas pela ação antrópica, geralmente ocasionada pelos processos de urbanização e especulação imobiliária.

Para a análise do comportamento hidrodinâmico das morfologias semipreservadas e morfologias antropogênicas, temos que compreender quais são as causas e consequências das perturbações no meio físico, ou seja, como o comportamento hidromorfodinâmico pode ser modificado.

Na busca pela compreensão da ação antrópica como agente modificador do relevo, Rodrigues (2005) destaca que é necessário:

- a. Observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- b. Investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- c. Investigar a dinâmica e a história acumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;
- d. Empregar diversas e complementares escalas de espaço – temporais;
- e. Empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- f. Explorar a abordagem sistêmica;
- g. Usar a noção de limiar geomorfológica e a análise de magnitude e frequência;
- h. Dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;
- i. Levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;

- j. Ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas.

Dentre os dez parâmetros de ação antrópica como agente modificador do relevo apresentados por Rodrigues (2005) destacamos os itens: *(a) Observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre; (b) Investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica; (c) Investigar a dinâmica e a história acumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação; (d) Empregar diversas e complementares escalas de espaço – temporais e (e) Empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe.* Parâmetros utilizados ao longo da dissertação, a fim de atingir os objetivos proposto.

Além das consequências citadas que o processo de urbanização provoca no meio físico, com as modificações e alterações no relevo, canais e planícies fluviais, temos o aumento da problemática ambiental e social como resultados desses processos, ou seja, o risco socioambiental. Para Mendonça (2011):

Neste contexto a abordagem dos riscos socioambientais urbanos pode ser concebida como um novo paradigma, na medida em muda o foco da compreensão da lógica de produção e reprodução socioespacial; ou seja, ela atesta a inserção de uma nova base de análise na relação sociedade – natureza, pois salta de uma base de certeza e estabilidade para uma outra de incerteza e de instabilidade quanto à repercussão dos processos naturais e sociais do espaço geográfico. Veyret (2007), assim como Dubois-Maury e Chaline (2002) dentre inúmeros outros estudiosos desta temática são concordantes em conceber o risco segundo três dimensões distintas, porém muitas vezes complementares entre si, quais sejam os riscos naturais, os riscos tecnológicos e os riscos sociais. (MENDONÇA, 2011, p.155).

Ao analisar as alterações da ação antrópica no ambiente entende-se que o risco e a vulnerabilidade são resultados sociais, e podem ser mensurados e cartografados, já que se espacializam. Para Mendonça (2011), a dimensão dos riscos tem sua expressão espacial e são temporalmente datados, o que os torna uma temática atual para a geografia. Neste caso é necessária uma abordagem geográfica, pois os riscos estão diretamente ligados aos diversos elementos que compõem o espaço geográfico e alteram a paisagem. Por fim, tais estudos

podem dar possibilidades de aplicação do conhecimento gerado no planejamento ambiental e urbano para mitigação ou para as identificações de problemáticas.

De acordo com Moroz-Caccia Gouveia (2010), para identificar a morfologia original é necessário conhecer os princípios gerais da cartografia geomorfológica em escalas de detalhe. Rodrigues (2001) complementa que a utilização de mapas históricos e cartas topográficas como aquelas resultantes do levantamento topográfico (por exemplo, o Projeto SARA de 1930), fotografias e gravuras históricas bem como as primeiras fotografias aéreas podem oferecer informações, ainda que parciais, sobre a distribuição espacial das morfologias pré-intervenção. O levantamento dos materiais cartográficos e iconográficos deve ser realizado junto a arquivos de órgãos públicos e privado. O município de São Paulo possui um grande acervo com materiais iconográficos, vale destacar o Arquivo Público do Estado de São Paulo, Arquivo Histórico Municipal, Acervo Aguirra, Centro de Memória da Câmara de São Paulo, dentre outros.

Para identificar e cartografar a morfologia antropogênica Rodrigues (2001), apresenta a necessidade de uma cartografia evolutiva abrangendo as sequências cronológicas de intervenções dos processos de “urbanização” e demais processos que modificam a morfologia original até o estado atual.

Os documentos resultantes de sensoriamento remoto como as imagens de satélite possuem informações variadas que permitem realizar análises tridimensionais, com auxílio de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Os resultados foram interpretados e analisados de acordo com os indicadores e parâmetros de análise propostos por Rodrigues (2010). Assim, a autora utilizou os seguintes indicadores morfológicos; indicadores dos materiais superficiais: formações superfícies e solos/uso físico da terra e cobertura vegetal; e indicadores de processos

hidrogeomorfológicos. Dentre os inúmeros parâmetros de análise elencados pela autora, destacamos nos Quadros 2, 3 e 4 aqueles que deverão ser utilizados na presente pesquisa:

Quadros 2: Indicadores morfológicos

Sistema Indicador	Natureza / Escala	Parâmetro	Medida	Instrumentos Básicos
Planícies de inundação	AO/MD	Área	m ² ou km ²	Cartografia Geomorfológica Retrospectiva
Canais Fluviais	AO / MD	Comprimento	m/km/década/ano/mês	Cartografia Geomorfológica Retrospectiva
Canais Fluviais	AO / MD	Padrão	m ou km/ano/mês/padrão	Cartografia Geomorfológica Retrospectiva
Sistema Indicador	Natureza / Escala	Parâmetro	Medida	Instrumentos Básicos
Bacias hidrográficas	AO / MD	Área / forma/localização	m ² ou km ² /década/ ano/ mês	Cartografia Geomorfológica Retrospectiva

Nota: Indicadores e instrumentos para a avaliação de impacto e mudanças em sistemas hidrogeomorfológicos urbanizados. (NATUREZA DO INDICADOR: ORIGINAL OU PRÉ-ANTROPOGÊNICO = O./ ANTROPOGÊNICO = A.; - ESCALA ESPACIAL DO INDICADOR: MÉDIA = M; DE DETALHE= D).
Fonte: RODRIGUES (2010) e MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010); Adaptado: SILVA (2015).

Quadros 3: Indicadores dos materiais superficiais: formações superficiais e solos/uso físico da terra e cobertura vegetal

Indicador	Natureza	Parâmetro	Medidas	Instrumentos Básicos
Cobertura Vegetal	AO / DM	Área / sistema / tempo	m ² /Km ² /década	Cartografia (documentos antigos e recentes, imagens de satélite/mosaicos e campo)
Solos Impermeabilizados	A / DM	Área / tempo	Km ² /mês/ano/década	Cartografia (documentos antigos e recentes, imagens de satélite/mosaicos e campo)
Solos Perturbados (superfícies expostas/cortes e terraplanagens)	A / DM	Área / tempo	Km ² /mês/ano/década	Cartografia (documentos antigos e recentes, imagens de satélite/mosaicos e campo)
Superfícies Urbanizadas (contínuas)	A / DM	Área / tempo	Km ² /mês/ano/década	Cartografia (documentos antigos e recentes, imagens de satélite/mosaicos e campo)
Superfícies urbanizadas (descontínua)	A / DM	Área / tempo	Km ² /mês/ano/década	Cartografia (documentos antigos e recentes, imagens de satélite/mosaicos e campo)

Nota: Indicadores e instrumentos para a avaliação de impacto e mudanças em sistemas hidrogeomorfológicos urbanizados. (NATUREZA DO INDICADOR: ORIGINAL OU PRÉ-ANTROPOGÊNICO = O./ ANTROPOGÊNICO = A.; - ESCALA ESPACIAL DO INDICADOR: MÉDIA = M; DE DETALHE= D).
Fonte: RODRIGUES (2010) e MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010); Adaptação: SILVA (2015).

Quadros 4: Indicadores de processos Hidrogeomorfológicos

Indicador	Natureza	Parâmetro	Medidas	Instrumentos Básicos
Balances de Tipos de Fluxos hídricos em sistemas de vertentes	AO/DM	Participação relativa /Tipo de fluxo/tempo/área/sistema	Percentuais/tipo/dia/mês/ano década/m ² /km ² /sistema	Cartografia, Pesquisa documental e monitoramento

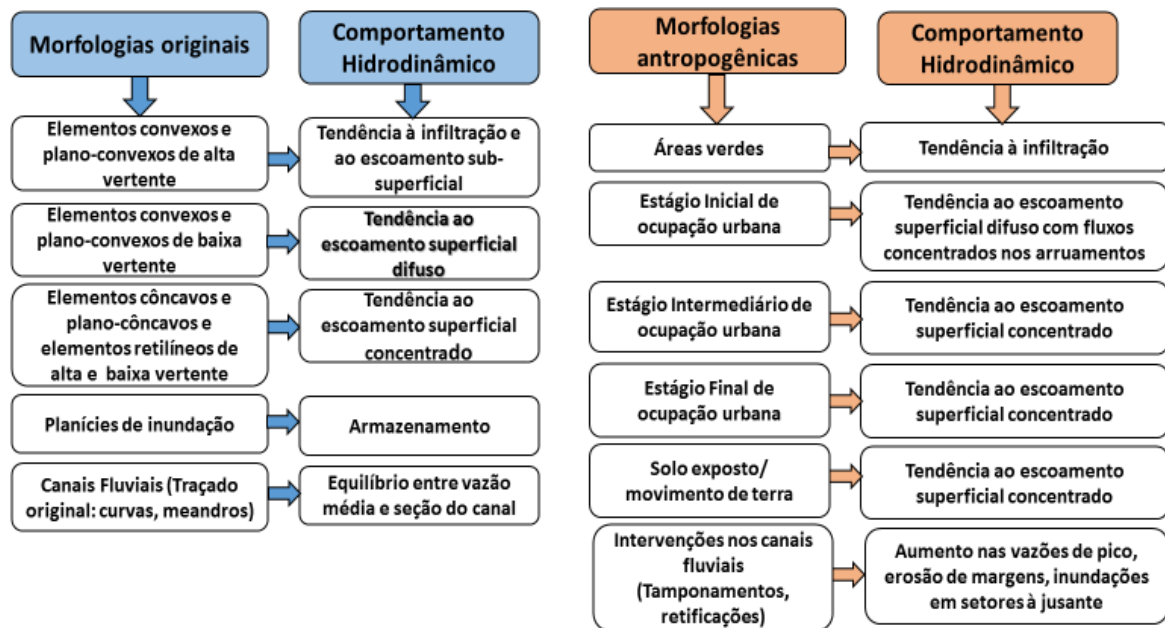
Nota: Indicadores e instrumentos para a avaliação de impacto e mudanças em sistemas hidrogeomorfológicos urbanizados. (**NATUREZA DO INDICADOR:** ORIGINAL OU PRÉ-ANTROPOGÊNICO = O./ ANTROPOGÊNICO = A.; - **ESCALA ESPACIAL DO INDICADOR:** MÉDIA = M; DE DETALHE= D). Fonte: RODRIGUES (2010) e MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010); Adaptação: SILVA (2015).

Tais indicadores direcionam para um maior nível de detalhamento para a interpretação, sistematização, análise dos dados e documentos cartográficos. Vale ressaltar que a elaboração dos documentos cartográficos temáticos permite a realização de análises qualitativas e quantitativas. Além das avaliações de caráter qualitativo, acerca das mudanças nas formas, materiais e nos processos em função da urbanização, os produtos cartográficos permitem ainda análises espaciais quantitativas que, a partir de indicadores, possibilitam a avaliação de mudanças (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010).

2.5. Comportamento hidrodinâmico e unidades complexas

Desse modo, dentre várias possibilidades de análises qualitativas e quantitativas, por exemplo, será possível quantificar o grau de artificialidade dos canais fluviais, através da mensuração de mudanças no comprimento e padrão, impostas por retificações; a supressão de planícies de inundação ou a perda de suas funcionalidades no amortecimento de picos de vazão; a substituição de áreas com tendência à infiltração por áreas com tendência ao escoamento superficial e suas implicações no aumento de ocorrências de enxurradas, alagamentos e inundações. A figura 6 apresenta, de forma sintética, o comportamento hidrodinâmico em morfologias originais e morfologias antropogênicas:

Figura 6: Fluxograma de comportamento hidrodinâmico



Fonte: Moroz-Caccia Gouveia (2017).

Rodrigues (2004, 2005), Moroz-Caccia Gouveia (2010, 2017), Luz (2010, 2014), destacam a importância do mapeamento das unidades morfológicas complexas para compreensão e mensuração do comportamento hidrodinâmico na bacia hidrográfica. Tais unidades são obtidas através da sobreposição de informações do uso ocupação da terra e morfologias originais (ou pré perturbação).

Rodrigues (2005) destaca que a identificação de unidades morfológicas complexas é uma importante ferramenta para o planejamento urbano, pois através da combinação e sobreposição dos elementos (morfologia original e morfologias antropogênicas) temos como resultado a espacialização das tendências dos processos hidrodinâmicos.

Os estudos desenvolvidos por Rodrigues (2010, 2005, 2011), Moroz – Caccia Gouveia (2010, 2017) e Luz (2010, 2014), dentre outros, ao definir os valores para as unidades morfológicas complexas de acordo com o grau de derivação em relação às unidades morfológicas originais permitem identificar os diferentes níveis de perturbação morfológica;

classificar qualitativamente (tendências espaciais); quantitativamente (por área) e, por fim, identificar as características hidrodinâmicas (como tendência ao escoamento superficial concentrado ou difuso) e o grau de conservação ambiental.

A aplicabilidade da metodologia desenvolvida pelos autores auxilia na compreensão das mudanças em comportamentos hidromorfodinâmicos de acordo com a tipologia antropogênica, podendo ser utilizada para o planejamento ambiental, de caráter preventivo e para recuperação de áreas (RODRIGUES, 2005).

CAPÍTULO III - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo refere-se ao desenvolvimento da pesquisa bibliográfica e cartográfica para a caracterização da área de estudos e os mapeamentos efetuados que serão apresentados no próximo capítulo que contém os resultados.

3. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA

Esta etapa consistiu em uma revisão bibliográfica sobre o processo histórico de ocupação urbana e as principais características físicas da área de estudo. Foram selecionados aspectos julgados importantes para um melhor entendimento da dinâmica natural do sistema físico (clima, geologia, geomorfologia, e cobertura vegetal original).

Utilizou-se como fontes principais de pesquisa da evolução da ocupação urbana: Rolnik; Frúgoli Jr, (2001), Delí (2010), Mendes (1958).

Para a caracterização do meio físico, utilizou-se o Atlas Ambiental do município de São Paulo (PMSP/SMVMA/SEMPA, 2002), Ross & Moroz, (1997); Moroz-Caccia Gouveia (2010), Ab'Saber (2007), Jardim (2007), Conti (2007), Simas (2017); bases cartográficas disponibilizadas no DataGeo⁵, GeoSampa⁶, Topodata⁷.

3.1. Reconstituição cartográfica da morfologia e hidrografia originais (ou pré-urbana)

Para identificação das feições e morfologia original ou pré-perturbação inicialmente foi elaborado um mapa geomorfológico utilizando-se a classificação automatizada Geomorphons, proposta por Jasiewicz & Stepinski (2013).

A classificação pode ser feita na ferramenta online Geomorphons (<http://sil.uc.edu/geom/app>) ou no QGis (módulo r.geomorphon), a partir da extração de

⁵ <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>

⁶ <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>

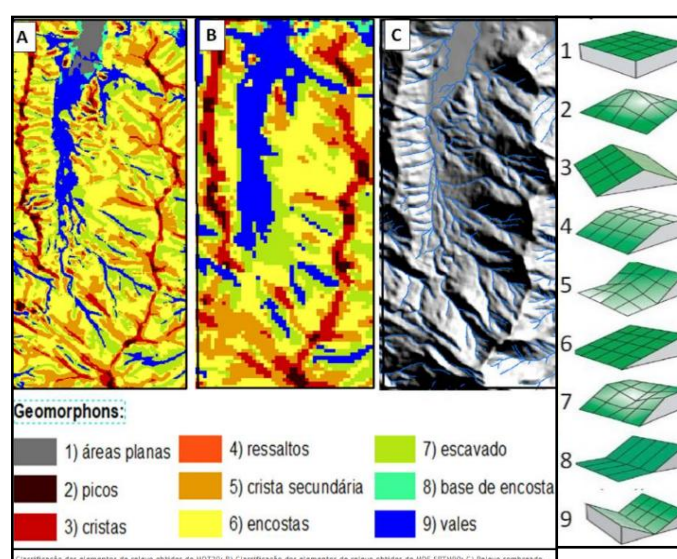
⁷ <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>

dados topográficos do modelo digital do terreno SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) disponibilizados pelo Projeto Topodata, do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).

Moroz-Caccia Gouveia & Ross (2019) inspirados por Robaina *et al* (2016; 2017) e Silveira (2018) utilizaram a classificação automática *Geomorphons* para identificação dos elementos das formas de relevo, que correspondem ao 5º táxon, de acordo com a proposta de classificação taxonômica do relevo, proposta por Ross (1992).

Ao utilizar a ferramenta *Geomorphons* temos como resultado 10 feições diferentes através de pontos cotados (Figura 7), sendo necessário reclassificar de acordo com a realidade da área e para tanto utilizamos a Carta Geotécnica do município de São Paulo, de 1993, em escala 1:10.000, resultante de trabalho conjunto entre a Secretaria Municipal de Planejamento (SEMPLA), Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) disponibilizadas em GeoSampa (em formato shape), Mapa de declividades produzido na pesquisa e cartas topográficas do Projeto S.A.R.A. Brasil, de 1930, escala 1:5.000, por exemplo, para distinguir áreas planas que podem corresponder à topos e patamares aplanados daquelas que correspondem à planícies e terraços fluviais.

Figura 7: Elementos das formas de relevo obtidos dos Geomorphons



Fonte: Adaptado de Silveira, C. T. & Silveira, R. M. P (2018)

Para a elaboração do mapa de declividade foram utilizadas imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), processadas através do software *ArcGis* 10.3 utilizando-se a ferramenta *Slope*. Para a definição das classes de declividades foi utilizada a metodologia apresenta por Ross (1994) “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados”. Desse modo, foram definidos os seguintes intervalos quadro 5:

Quadros 5: Classes de Declividade

Classes de declividades
0 - 2%
2 - 6%
6 -10%
10 - 20%
20 – 30%
Acima de 30%

Fonte: Ross (1994)

Para a obtenção da hidrografia original, além da análise dos dados SRTM, também utilizou-se as cartas topográficas do Projeto S.A.R.A. Brasil, de 1930, escala 1:5.000, cujos procedimentos de obtenção, tratamento e vetorização serão melhor detalhados no item 3.2.3. Nesses documentos cartográficos, grande parte da rede hidrográfica pode ser considerada como original, pois não apresentavam alterações como retificações, canalizações ou tamponamentos. Entretanto, foi necessário inferir a partir da interpretação das morfologias originais, o traçado original de alguns poucos canais fluviais mais próximos à foz, pois os mesmos já haviam sido alvo de intervenções em 1930.

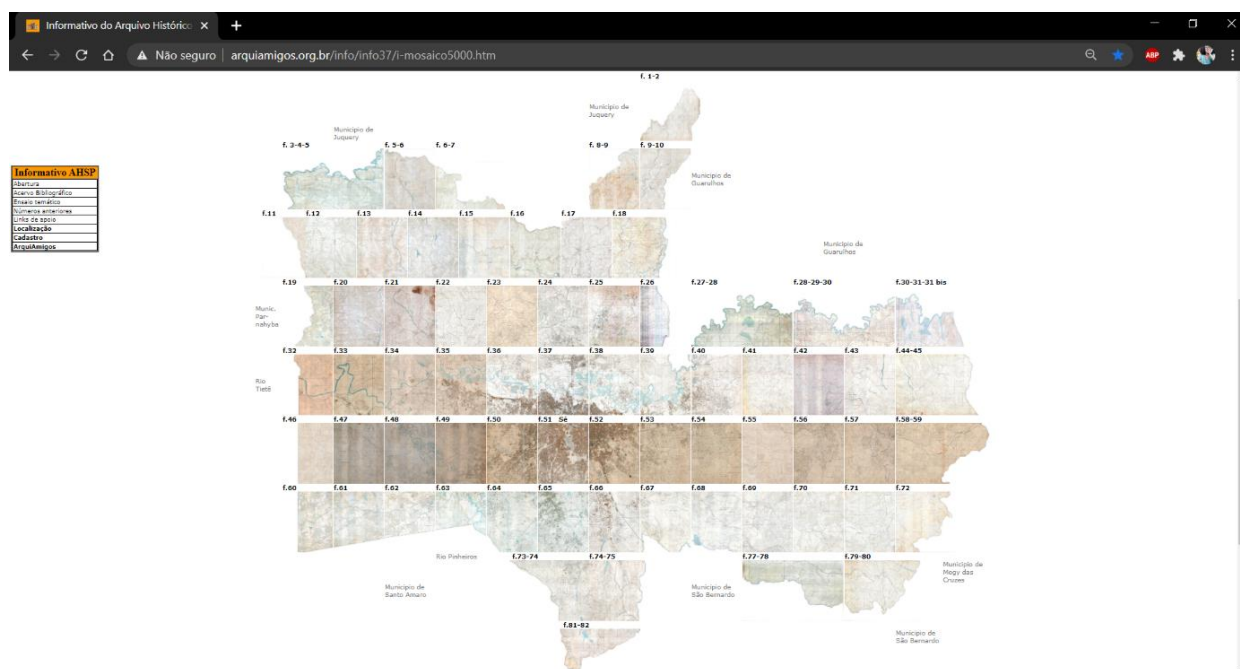
Além do Mapa da Morfologia Original e o Mapa da Hidrografia Original, nessa etapa também foi produzido o Mapa da Cobertura Vegetal Original, a partir da compilação do Mapa das Regiões Fitoecológicas do PROJETO RADAMBRASIL (Levantamento de Recursos Naturais, FOLHAS SF.23/24, em escala 1:250.000), disponível em DataGeo (<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO#>).

3.2. Identificação e mapeamento da morfologia antropogênica em 1930 e 2020

Para a identificação da morfologia antropogênica de 1930, foram utilizadas as cartas topográficas de 1930, mapeamento realizado pelo Projeto S.A.R.A , escala 1:5.000, extraídas do acervo online Arquivo Histórico de São Paulo (disponível em: <http://www.arquiamigos.org.br/info/info37/i-mosaico5000.htm>).

Lima (2013), destaca que a representação e posição relativas obtida através das cartas topográficas realizadas pelo S.A.R.A. é bastante fiel as feições ainda existentes no município de São Paulo, como veremos a seguir. Figura 8 apresenta o mosaico das cartas topográficas do Projeto S.A.R.A disponíveis no Arquivo Histórico de São Paulo.

Figura 8: Mosaico com as cartas topográficas S.A.R.A



Fonte: Acervo online Arquivo Histórico de São Paulo (disponível em: <http://www.arquiamigos.org.br/info/info37/i-mosaico5000.htm>).

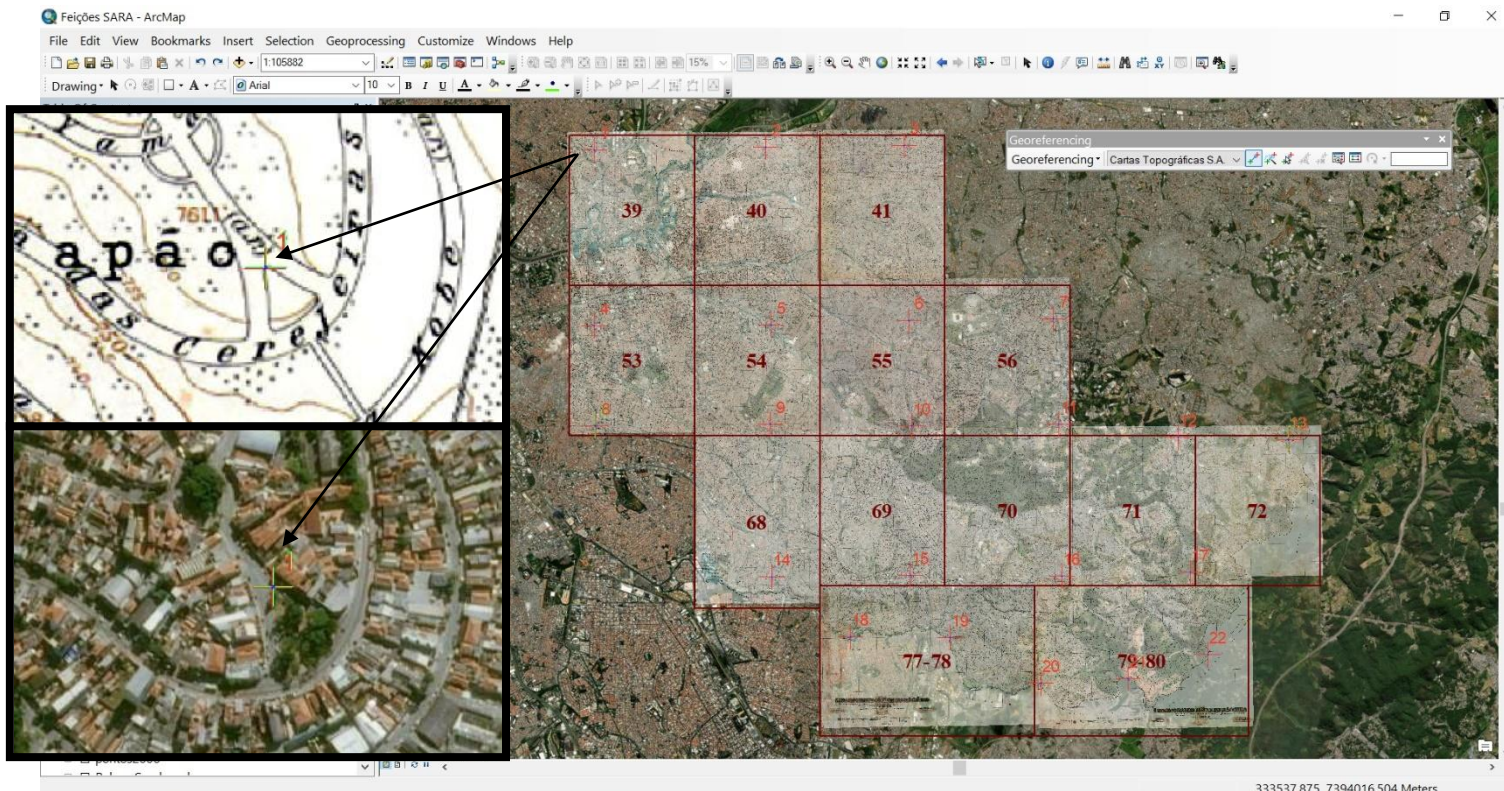
Para realizar o mapeamento das feições das cartas topográficas, o primeiro passo consistiu em fazer o *download* das cartas que correspondem a bacia hidrográfica:

- Faixa 1 com as cartas topográficas números 39, 40 e 41;

- Faixa 2 com as cartas topográficas números 53, 54, 55 e 56;
- Faixa 3 com as cartas topográficas números 68, 69, 70, 70, 71 e 72;
- Faixa 4 com as cartas topográficas números 77-78 e 78-79.

As imagens correspondentes às cartas topográficas estão em formato *JPG*. Logo o segundo passo foi formatá-las para *TIF*. (*raster*) e iniciar os procedimentos no ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Para o terceiro passo utilizamos o *ArcGis* para realizar o georreferenciamento das imagens. Para tal utilizamos 22 pontos notáveis no conjunto de cartas topográficas e com a imagem de satélite gerada pelo ArcGis, como veremos abaixo na figura 9:

Figura 9: Pontos notáveis



Elaboração: As autoras (2021)

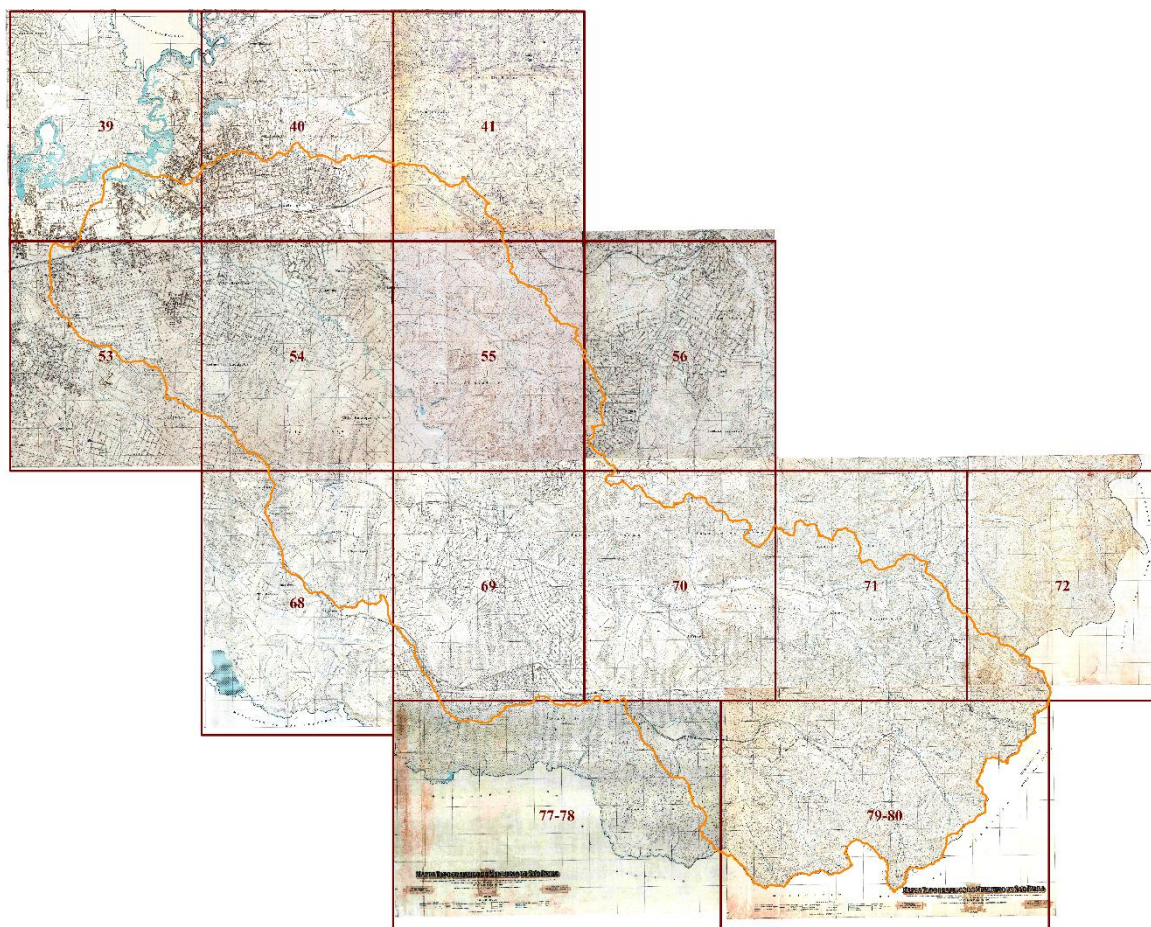
Para exemplificar o que seria os pontos notáveis destacamos o ponto 1, no qual podemos identificar o traçado do arruamento na Vila Japão, tanto na imagem de satélite, quanto na

carta topográfica. Ao longo do georreferenciamento utilizamos a mesma técnica em encontrar semelhanças.

O quarto passo refere-se ao tratamento das imagens (raster) utilizando as ferramentas do ArcGis (*data management tools > raster > raster dataset > copy raster*). Após o tratamento das imagens para corrigir eventuais erros, iniciamos o quarto passo que é a criação de uma única camada raster, através da ferramenta *mosaic* e inserir as coordenadas geográficas, que foi utilizada em todo projeto: SIRGAS 2000 23S.

A Figura 10 apresenta a articulação das cartas topográficas, com destaque em vermelho da BHRA, e numeração das cartas correspondentes.

Figura 10: Organização das cartas topográfica S.A.R.A escala 1:5.000

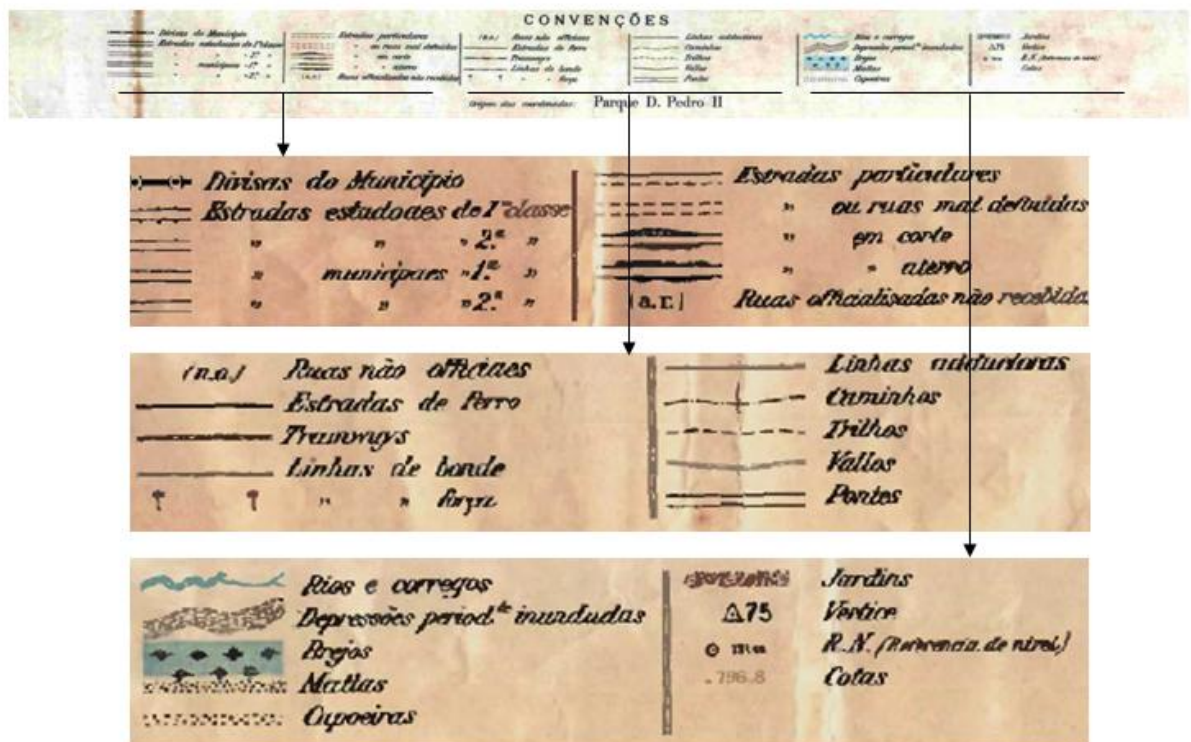


Fonte: Acervo online Arquivo Histórico de São Paulo, organizado pela autora.

Para o refinar o mapeamento das cartas topográfica e principalmente a área de estudo foi necessária efetuar o recorte da área de estudos através da ferramenta *extract by mask* (*spatial analyst tools > extract > extract by mask > inserir o shapefile da bacia hidrográfica > e o mosaico*).

Após todos esses procedimentos iniciou-se a vetorização das feições que constam nas cartas topográficas. Na figura 11 apresenta a legenda das cartas topográficas:

Figura 11: Convenções cartográficas 1930



Fonte: Carta topográfica número 77-78 (S.A.R.A 1930)

As principais feições encontradas na área de estudo foram drenagem (rios e córregos), uso e ocupação da terra (matas, capoeiras, vegetação de várzea, meandros abandonados), planícies fluviais, arruamentos e via férrea.

Assim, para o mapeamento das morfologias antropogênicas e hidrografia de 1930, foram extraídas das cartas SARA informações referentes ao uso e cobertura da terra e

hidrografia, identificando retificações efetuadas. Deste modo, foram produzidos os mapas de uso e cobertura da terra de 1930 e mapa hidrográfico de 1930.

Para identificação das feições hidrográficas e morfologias antropogênicas de 2020 foram utilizadas imagens de satélite do *Google Earth Pro*, referentes ao ano de 2020 e para a confirmação das mesmas utilizamos o *Google Street View*. Após a identificação das feições procedeu-se a vetorização no ambiente SIG através do *ArcGis* 10.3. Assim, nesta etapa foram produzidos os mapas de uso e cobertura da terra de 2020 e mapa hidrográfico de 2020.

3.3. Avaliação quali-quantitativa das mudanças hidrogeomorfológicas decorrentes da ação antrópica no meio físico na bacia hidrográfica do Rio Aricanduva.

Para analisar quantitativamente as mudanças na BHRA, utilizamos os softwares *ArcGis*® e *QGis*, pois estes Sistema de Informação Geográfica (SIG) permitem a sobreposição, correlação e quantificação dos dados gerados; também o *Google Earth* que possibilita o uso de imagens de satélite. Assim, com base nos indicadores selecionados, os resultados expressos em gráficos e tabelas, permitem a análise das mudanças ocorridas no sistema hidrogeomorfológico da área de estudo.

Para a avaliação das mudanças nos padrões e comprimento dos canais fluviais e nas bacias hidrográficas (Indicadores morfológicos – Quadro 2) procedeu-se a comparação entre a hidrografia original e mapas hidrográficos de 1930 e 2020.

Para avaliar mudanças ocorridas na BHRA, ainda referentes aos Indicadores morfológicos, foram analisados os mapas da geomorfologia original e mapas de uso e cobertura da terra de 1930 e 2020, para identificar e quantificar a supressão dessas áreas ao longo do processo de ocupação urbana. O mesmo procedimento permitiu ainda a avaliação de mudanças referentes aos Indicadores dos materiais superficiais: formações superficiais e solos/uso físico da terra e cobertura vegetal (Quadro 3).

Para as análises relativas aos Indicadores de processos Hidrogeomorfológicos (Quadro 4) e para definir tipos de fluxos hídricos em sistemas de vertentes foram utilizados os seguintes mapas: Mapa da Morfologia Original, Mapa da Cobertura Vegetal Original, Mapas de Uso e Cobertura da Terra (1930 e 2020)

Os procedimentos para quantificar e qualificar os processos hidrodinâmicos originais e antropogênicos (infiltração, escoamento difuso e concentrado) na Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva, basearam-se em Rodrigues (2004, 2005), Moroz – Caccia Gouveia (2010) e Luz (2014). Os autores citados apresentam modelos de cálculo para identificar as tendências hidrodinâmicas graus de perturbação em suas áreas de estudo.

Deste modo, foram produzidos **Mapa das Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbações Hidrogeomorfológicas 1930** e **Mapa das Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbações Hidrogeomorfológicas 2020**.

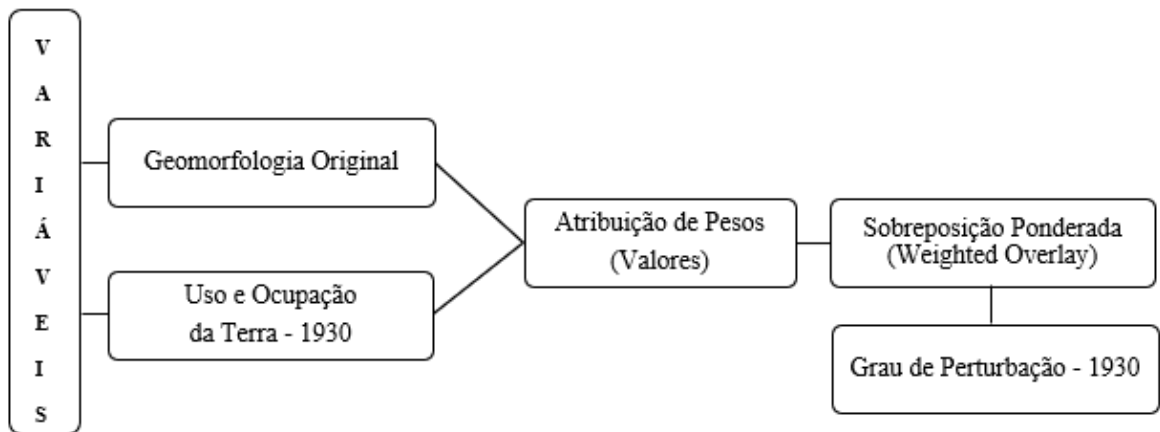
Para o desenvolvimento do Mapa de Unidades Morfológicas Complexas 1930 foram utilizados o Mapa de Morfologia Original e a o Mapa de Uso e Cobertura da Terra de 1930, onde foram utilizadas as morfologias originais ou semi-preservedas e as morfologias antropogênicas, sendo que tais sobreposições indicam os Níveis de Perturbação Hidrogeomorfológicas.

Desta forma, com a finalidade de elaborar mapas que apresentem as tendências de infiltração e escoamento, aplicou-se a sobreposição ponderada. A sobreposição foi feita através da ferramenta *Weighted overlay (Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted overlay)* presente no *ArcGis*.

Utilizou-se duas variáveis: elementos das formas de vertentes (morfologia original), uso e ocupação da terra. A atribuição de pesos (valores) foi dada de acordo com a tendência de escoamento e infiltração de cada variável para identificar o grau de perturbação.

A figura 12 apresenta um fluxograma dos procedimentos operacionais para realizar os cálculos e sobreposições para a elaboração dos Mapas de Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação Hidrogeomorfológicas de 1930.

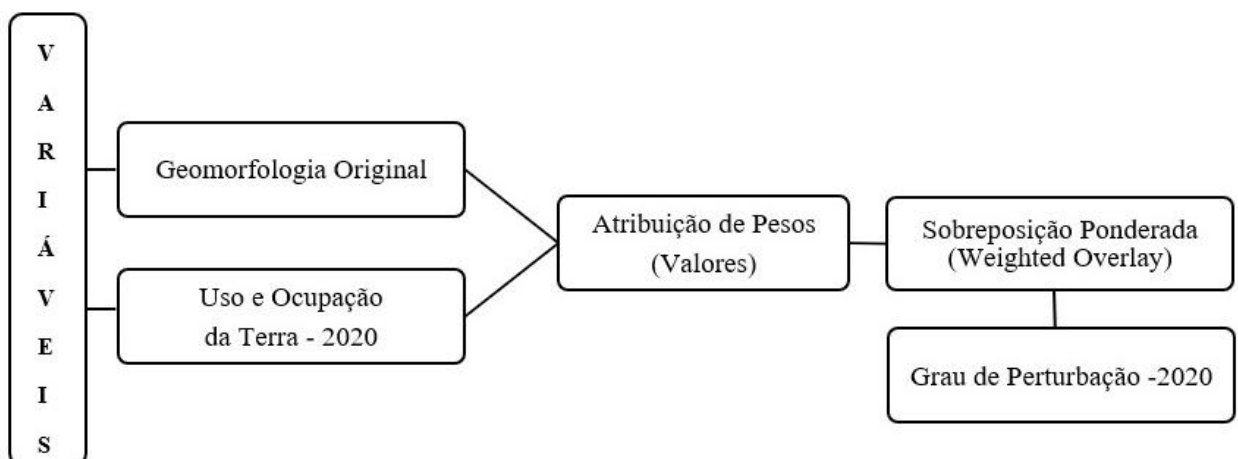
Figura 12: Fluxograma para identificação de unidades morfológicas complexas e graus de perturbação 1930.



Elaboração: A autora, 2021.

. Para o mapa de Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbações Hidrogeomorfológicas 2020 o procedimento basicamente foi o mesmo, porém utilizou-se o Mapa de Uso Predominante do Solo, disponibilizado pelo GeoSampa, o qual atualizamos de acordo com as imagens de satélite fornecidas pelo ArcGis e Google Earth. Tal sobreposição indicou os Níveis de Perturbação Hidrogeomorfológicas, como está representado na figura 13.

Figura 13: Fluxograma para grau de perturbação 2020



Elaboração: A autora, 2021.

Por fim, o Quadro 6 apresenta a organização dos dados cartográficos utilizados ou gerados (nome da camada produzida, sistema de projeção e datum utilizados, o tipo de arquivo (formato) e a elaboração/fonte dos dados. Vale destacar que essa quadro evidência a importância de cada elemento para a elaboração dos mapeamentos propostos.

Quadros 6: Organização dos dados gerados

ORGANIZAÇÃO DOS DADOS GERADOS			
CAMADA	PROJEÇÃO E DATUM	TIPO DE ARQUIVO	ELABORAÇÃO/FONTE
Delimitação regiões administrativas do município de São Paulo	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa (http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SB C.aspx)
Delimitação BHRA (2020)	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa (http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SB C.aspx)
Delimitação BHRA (Original)	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora
Drenagem	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa (http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SB C.aspx)
Bairros BHRA	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa (http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SB C.aspx)
Imagem de Satélite	UTM zone 23S	Tiff/matricial	10.3 ArcMap/ESRI
Litológico/Geotécnico	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Desenvolvido pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), Prefeitura de São Paulo e Secretária Municipal de Desenvolvimento Urbano, Secretária de Planejamento, Habitação. Disponível em: GeoSampa (http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SB C.aspx);
Declividade	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Tiff/matricial	Elaborado pela autora
Modelo Digital de Elevação - Relevo Sombreado	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Tiff/matricial	TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos - DSR/INPE http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/

CAMADA	PROJEÇÃO E DATUM	TIPO DE ARQUIVO	ELABORAÇÃO/FONTE
Drenagem Original	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora
Geomorfologia Original	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora
Drenagem 1930	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://www.arquiamigos.org.br/info/info37/i-mosaico5000.htm)
Rio Tietê 1930	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://www.arquiamigos.org.br/info/info37/i-mosaico5000.htm)
Meandros Abandonados	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://www.arquiamigos.org.br/info/info37/i-mosaico5000.htm)
Canais Modificados 1930	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://www.arquiamigos.org.br/info/info37/i-mosaico5000.htm)
Vegetação de Várzea – Brejos 1930	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://www.arquiamigos.org.br/info/info37/i-mosaico5000.htm)
Sub-bacia	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora
Rio Tietê 2020	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Reservatório Amortecimento 2020	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa (http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx)
Canais semipreservados com vegetação arbórea	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Canais tamponados e/ou fechados	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Canais abertos e retificados	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Capoeira	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html)

CAMADA	PROJEÇÃO E DATUM	TIPO DE ARQUIVO	ELABORAÇÃO/FONTE
Matas	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html)
Via Férrea	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html)
Fase inicial de urbanização	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html)
Urbanização consolidada	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pela autora (vetorizado a partir das Cartas topográfica SARA 1930 - http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html)
Via CPMT/METRÔ	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Urbanização Consolidada (2020)	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI -)
Gramíneas (2020)	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Cobertura arbórea (2020)	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Solo exposto (2020)	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Regiões Fitoecológicas	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	WMS/matricial	DataGeo (http://datageo.ambiente.sp.gov.br/geoserver/datageowms/ows?SERVICE=WMS&)
Uso predominante do solo	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Níveis de perturbação	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	Elaborado pelas autoras
Expansão Urbana	SIRGAS 2000 e UTM zone 23S	Shapefile/vetorial	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras (vetorizado a partir das imagens de satélite Google Earth e ArcMap/ESRI)
Unidades climáticas naturais e urbanas	Não consta	Imagem jpeg	GeoSampa; atualização elaborado pelas autoras

Organização/Elaboração: A autora, 2021.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 O Além Tamanduateí: o processo de urbanização além-Tamanduateí

Em 1554 os jesuítas fundam a vila de São Paulo de Campos de Piratininga, atualmente localizada no centro histórico de São Paulo. A vila é fundada estrategicamente nas colinas do divisor de águas do rio Tamanduateí e Anhangabaú, pois deste local era possível ter uma visão das áreas de várzeas. Por um longo período a cidade de São Paulo delimitava todo o processo de urbanização no que chamamos hoje de centro histórico ou centro velho. Todas as atividades e vida urbana ali aconteciam.

“Além-Tamanduateí” é uma expressão que indica dois processos, o primeiro refere-se à espacialidade e o segundo à importância da hidrografia enquanto obstáculo a ser transposto pela mancha urbana, pois essa expressão referia-se à planície de inundação do rio Tamanduateí e terrenos na margem direita do Rio Tamanduateí, que correspondiam a áreas de chácaras ou à área rural do núcleo urbano, à leste da cidade. Como vimos em Moroz-Caccia Gouveia (2010), toda a várzea fora drenada em 1920, acarretando a supressão das planícies fluviais, criando novos terrenos disponíveis para a industrialização e, sobretudo, transpondo um obstáculo à expansão urbana para leste.

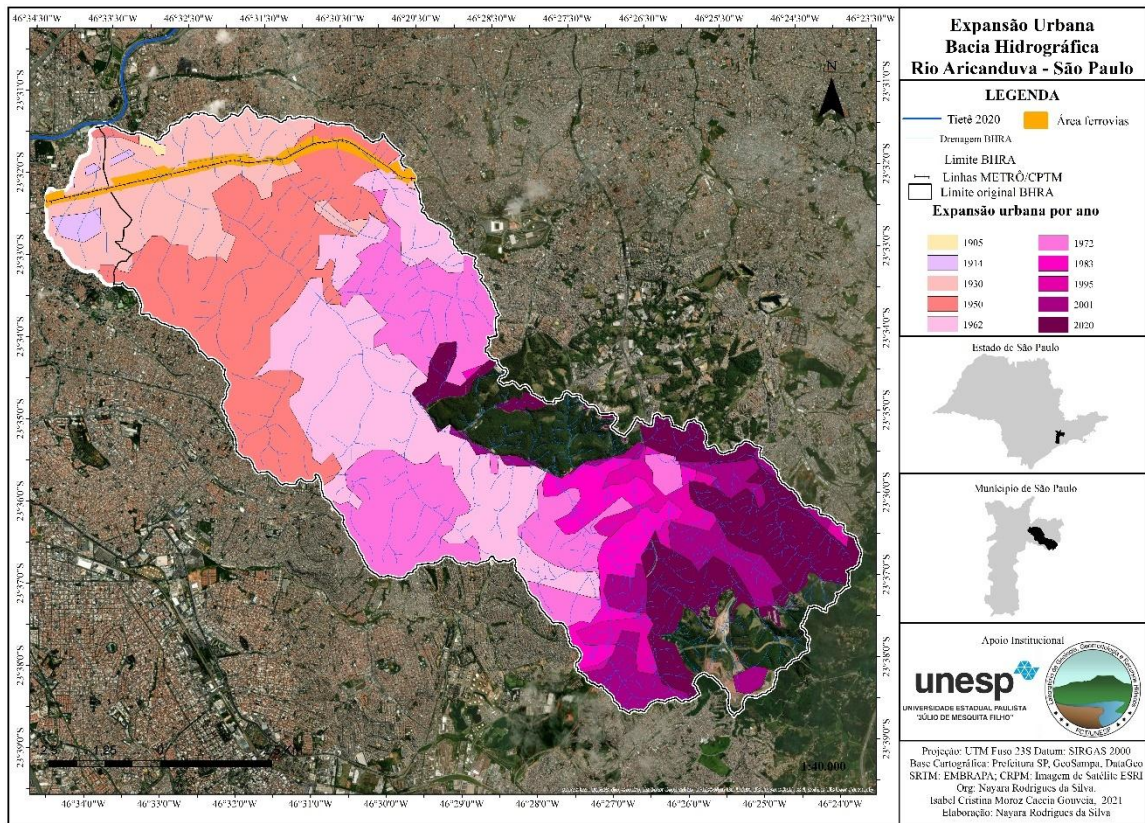
Andrade (2002) destaca que no final do século XIX a cidade de São Paulo recebeu um grande contingente de imigrantes, incentivado e promovido pelo governo brasileiro, e surgem então os primeiros bairros “além-Tamanduateí” que são o Brás, Mooca e Belenzinho. Como características principais esses bairros apresentavam uma grande concentração de fábricas e, portanto, eram bairros operários.

Outra atividade importante à incorporação do que hoje chamamos de zona leste ao tecido urbano foi a linha férrea que fazia a conexão entre São Paulo e o Rio de Janeiro. O fato determinante para a instalação da então chamada “São Paulo Railway” foram os aspectos do meio físico. Ab’Sáber (1957) destaca que os engenheiros ferroviários procuraram terrenos

mais enxutos pertencentes aos terraços fluviais e baixas colinas. Desde modo inicia-se a ocupação da foz do rio Aricanduva e o aumento do tecido urbano à leste.

Na figura 14 podemos observar que ao longo do processo histórico a bacia hidrográfica aos poucos é ocupada.

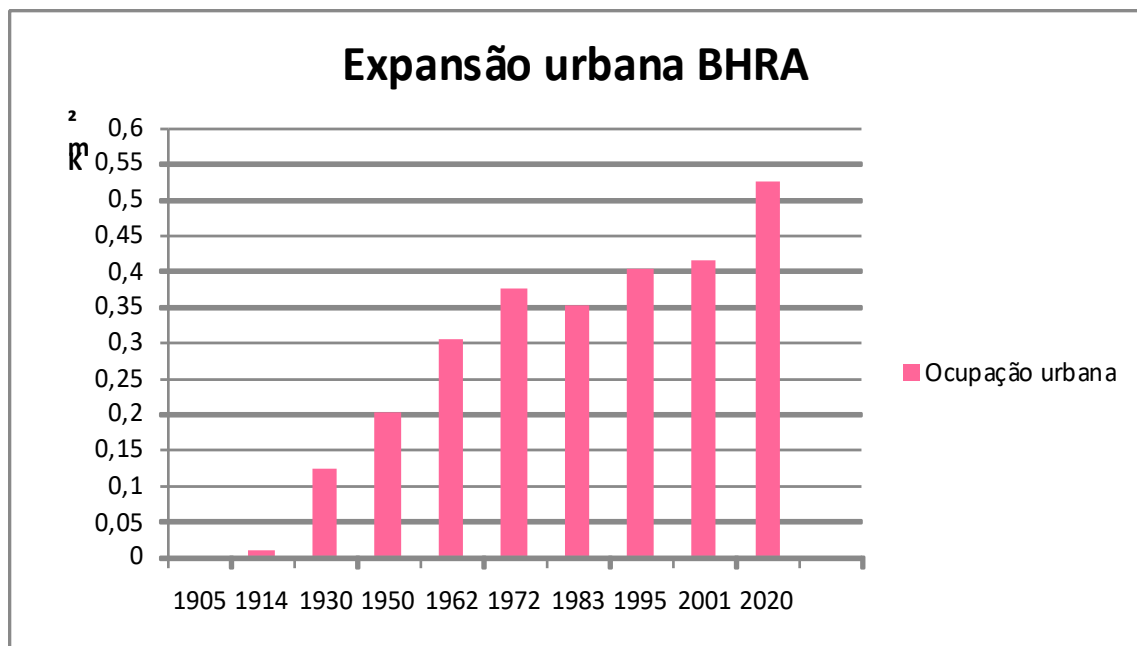
Figura 14: Expansão urbana bacia hidrográfica rio Aricanduva



Elaboração: Autoras

Destacamos que as primeiras ocupações ocorrem em 1905, porém observa-se a partir de 1930, a ocupação mais efetiva ao longo da linha férrea e nos anos posteriores a mancha urbana ocupando a média e alta bacia. No gráfico 1 observamos as áreas em Km² que foram incorporadas à mancha urbana.

Gráficos 1: Expansão urbana bacia hidrográfica rio Aricanduva



Elaboração: a autora, 2021.

A estruturação socio-territorial da zona leste se desenvolveu inicialmente de forma dispersa, na qual uma série de núcleos se espalhou ao longo do caminho que ligava São Paulo ao Rio de Janeiro, através da antiga ferrovia Central do Brasil no final do século XIX (ROLNIK; FRÚGOLI JR, 2001). Tal estruturação revela que essa porção da cidade era conhecida como “lado de lá” da várzea do Carmo e da ferrovia Santos–Jundiaí onde foram implementadas indústrias, definindo assim uma forte barreira entre o centro e a ocupação periférica, onde ao longo do século XX, foram criadas moradias de trabalhadores em loteamentos irregulares (ROLNIK; FRÚGOLI JR, 2001).

De acordo com Mendes (1958 apud DELI, 2010), a ocupação urbana no local que hoje chamamos de zona leste tinha como limite o Ribeirão do Tatuapé⁸ que tinha como aspecto um povoamento disperso e linear.

⁸ Atualmente o Tatuapé é um bairro localizado na zona leste de São Paulo.

O processo de urbanização da zona leste ocorreu de modo lento, porém a partir dos anos 60 e 70 houve uma aceleração com as construções da Avenida Radial Leste e posteriormente com a implantação da linha vermelha do Metrô, em 1979. Tais obras consolidaram o eixo de expansão em direção ao fundo de vale do rio Aricanduva (ROLNIK; FRÚGOLI JR, 2001). Assim, a incorporação da zona leste à mancha urbana da cidade de São Paulo ocorreu, sendo orientada a partir dos canais fluviais e morfologias da bacia hidrográfica

Delí (2010) afirma que tal comportamento também ocorreu em relação à consolidação e integração do Vale do Aricanduva com a abertura da avenida com o mesmo homônimo, segundo o autor:

A consolidação da integração do baixo com o alto vale do Aricanduva foi a avenida Aricanduva, implantada, como obra de fundo de vale, em três segmentos consecutivos: o primeiro, construído de 1976 a 1979, fez a ligação da Marginal Tietê (através de um extenso viaduto) e da Radial Leste com a av. Itaquera (compreendendo todo o trecho do baixo vale); o segundo segmento subiu o médio vale, seguindo até a ponte da av. Afonso de Sampaio e Souza, na primeira metade dos anos 80; o terceiro e último segmento subiu parte do alto vale.” (DELI, 2010, p. 111).

À medida que a mancha urbana da cidade de São Paulo se desenhou à leste em direção a bacia hidrográfica rio Aricanduva, intensificaram-se as transformações nas vertentes, córregos, rios, várzeas, colinas e morros a fim de facilitar a implantação de loteamentos, vias de circulação e obras de mobilidade. Tais obras de engenharia alteraram drasticamente o relevo, os solos e a rede de drenagem. Como consequência, temos o aumento na frequência e magnitude dos chamados problemas urbanos, por exemplo, as enchentes, as inundações, os alagamentos, os processos erosivos e os movimentos de massa.

4.2. Caracterização física da área de estudo

4.2.1. Clima

O Estado de São Paulo apresenta clima tropical sendo caracterizado por temporada de chuvas durante o verão e seca no inverno, sendo a temperatura média superior a 22° C no mês mais quente (qual o mês mais quente).

De acordo com Conti (2007) a cidade de São Paulo tem sua normal térmica entre 19,3°C e regime de chuvas em duas fases distintas, entre outubro e março com precipitação de 66,1% do total anual e 33,9% entre abril e setembro. Jardim (2007) destaca que a participação dos sistemas atmosféricos

“Transparece pela quantidade e sucessão temporal: a exceção do anticiclone dos Açores e dos sistemas equatoriais, este último ligado geneticamente à Zona de Convergência Intertropical e à região dos “Doldrums” do interior da Amazônia, todos os demais sistemas atmosféricos atuantes sobre o território brasileiro participam, em maior ou menor grau, consoante à época do ano, na estruturação do clima local da bacia paulistana”.

Tais elementos apresentados por Conti (2007) e Jardim (2007), são sistemas atmosféricos que atuam na cidade de São Paulo.

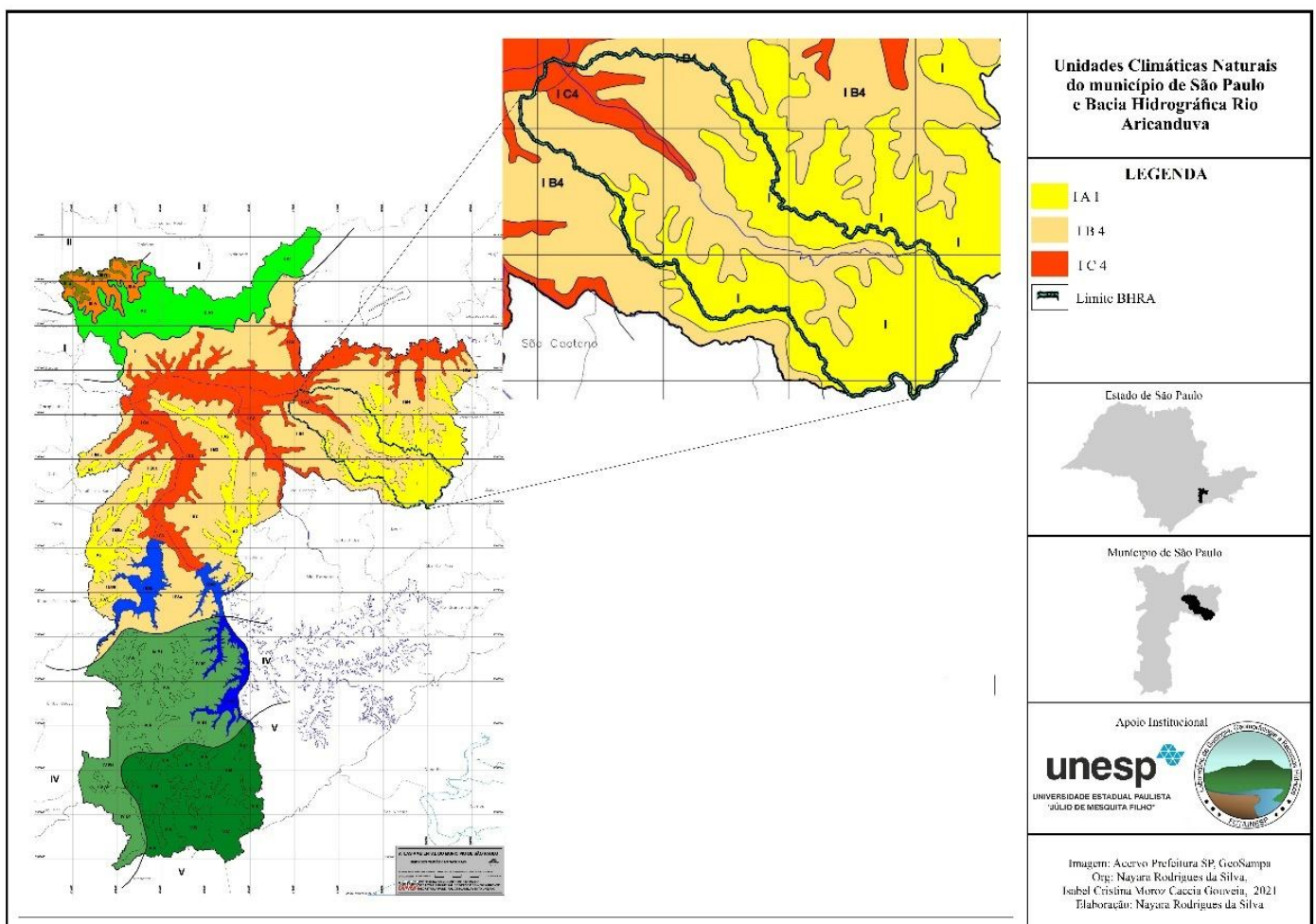
Tarifa & Armani (2001) nos apresentam o conceito de “unidades climáticas” divididas naturais e urbanas, e estabelecem uma análise do clima do município de São Paulo através de fatores geomorfológicos, regimes pluviométricos e uso e ocupação da terra.

Unidade climática natural

Tarifa & Armani (2001) distinguem cinco unidades climáticas naturais no município de São Paulo: (I) clima tropical úmido de altitude do Planalto Paulistano; (II) clima tropical serrano da Cantareira – Jaraguá; (III) clima tropical úmido de altitude do Alto Juqueri; (IV) clima tropical suboceânico super úmido do reverso do Planalto Atlântico e (V) clima tropical oceânico superúmido da fachada oriental do Planalto Atlântico, que são subdividas.

Destaca-se a unidade climática – clima tropical úmido de altitude do Planalto Paulistano (I), pois tal unidade corresponde à área de estudo. Na figura 15, temos o recorte do mapa produzido por Tarifa & Armani (2001), no qual destacamos a área corresponde a BHRA (Mapa: Município de São Paulo – Unidades Climáticas Naturais completo está inserido no Anexo 1)

Figura 15: Unidades climáticas naturais - recorte BHRA



Fonte: Adaptado de Tarifa & Armani (2001)

No quadro 7 temos as características climáticas descritas por Tarifa & Armani (2001), onde destacam-se as subunidades que compõem a área de estudos.

Quadros 7: Unidades climáticas “naturais” do município de São Paulo - (I) clima tropical úmido de altitude do Planalto Paulistano

Controles Climáticos			Atributos Climáticos					Características Fundamentais
Mesoclimas/ Topoclimas	Altitude (m)	Relevo	Temperatura (°C)			Pluviosidade (mm)		
		Forma	Média	Máx.	Mín.	Totais médias anuais	Máx. diários	
I A1	800 - 950	Maciços, serras e morros do Alto Aricanduva e Itaquera	19,3 – 18,7	24,9 – 24,3	15,5 – 14,9	1400 – 1450	100 – 150	Média a alta declividade. Boa ventilação e dispersão de poluentes. Temperaturas amenas
I B4	740 – 800	Terraços, colinas e patamares do Tamandateí e Aricanduva	19,6 – 19,3	25,2 – 24,9	15,8 – 15,5	1400 – 1480	100 – 125	Forte aquecimento diurno nos terraços e patamares planos a sub-planos. Dispersão de poluentes razoável a ruim. Boa ventilação com ventos de leste a sudeste
I C4	720 – 740	Várzeas e baixos terraços do Vale do Aricanduva	19,7 – 19,6	25,3 – 25,2	15,9 – 15,8	1450 – 1470	110 – 125	Elevada estabilidade atmosférica noturna e matinal, com nevoeiros e acumulação de ar frio neste período. Ventos fracos, calmarias e inversões térmicas próximas do solo. Forte aquecimento diurno. Dispersão ruim de poluentes. Boa ventilação com ventos SE e NW.

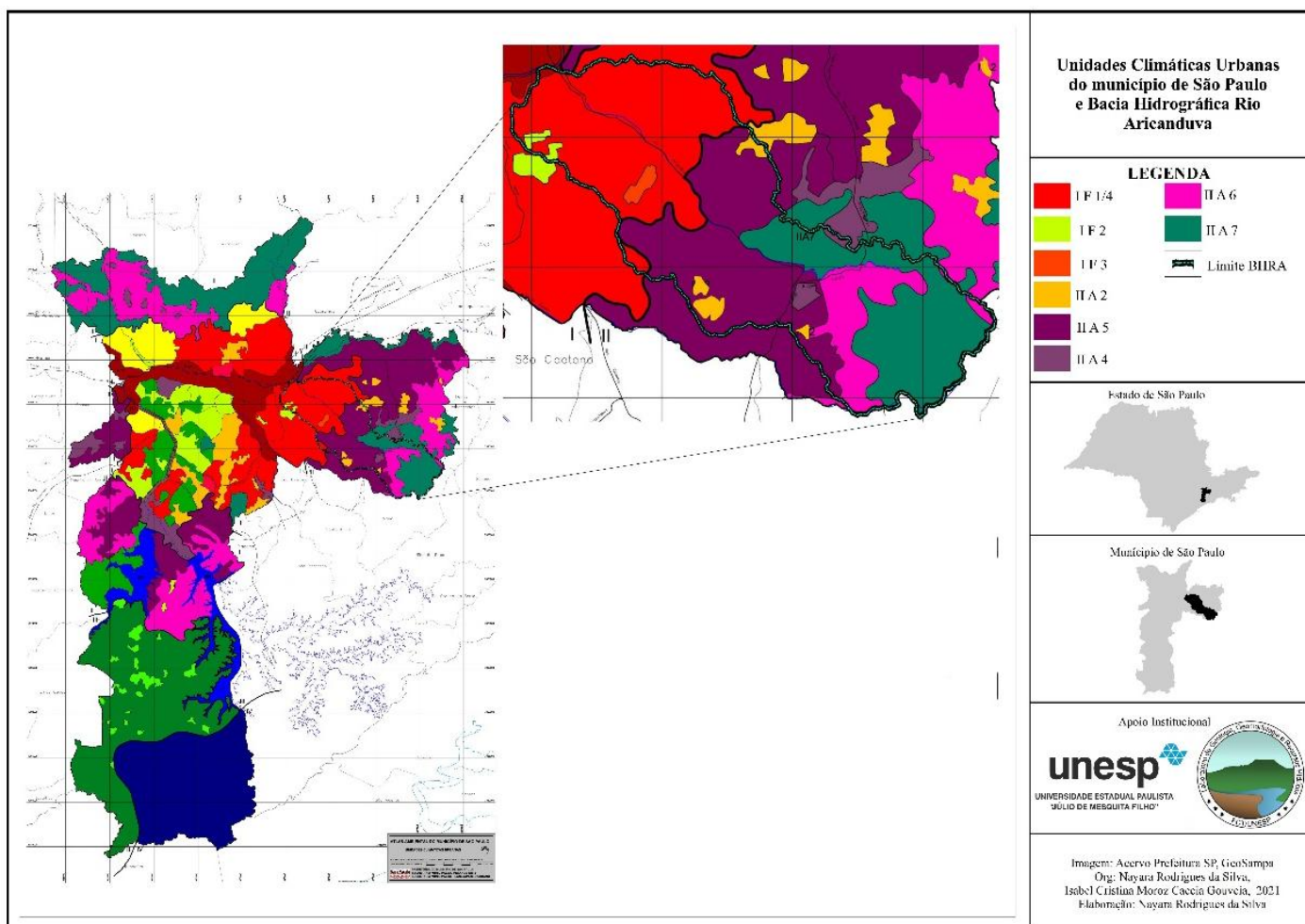
Fonte: Adaptado de Tarifa & Armani (2001)

A subunidade I A1 corresponde ao alto curso do rio Aricanduva, e limite com o município de Mauá. A subunidade I B4 corresponde ao médio curso e a subunidade I C4 corresponde ao baixo curso, já na foz e encontro com o rio Tietê.

Unidade climática urbana

Tarifa & Armani (2001) apresentam as unidades climáticas urbanas, nas quais o uso e ocupação da terra é um fator determinante para a classificação e são especializadas em duas unidades que são: (I) unidade climática urbana central e (II) unidade climática periférica. Na figura 16 temos o recorte do mapa produzido por Tarifa & Armani (2001), no qual destacamos a área corresponde a BHRA (Mapa: Município de São Paulo – Unidades Climáticas Urbanas está inserido no Anexo 2).

Figura 16: Unidades Climáticas Urbanas - recorte BHRA



Fonte: Adaptado de Tarifa & Armani (2001).

Sendo que a área de estudo está inserida nas duas unidades climáticas, conforme o quadro 8:

Quadros 8: Unidades climáticas urbanas do município de São Paulo

Unidades Climáticas			Controles Climáticos		Temp. Estimada pelo Satélite LANNDSAT 7 (°C)			
Local/Mes	Meso	Topo/Micro	Uso do solo predominante	% de áreas verdes	Setembro		Abril	
					Temp. Predominante (°C)	Variação de temp. (°C)	Temp. Predominante (°C)	Variação de temp. (°C)
I – Unidade climática urbana central	F – Além do Tamanduateí	1	Res. – Baixo Mooca/Tatuapé	Muito pequena	32	29 - 33	30	29 – 32
		2	Vert. Anália Franco	Pequena	28	27 - 31	28	27 – 31
		3	Cemitério Vila Formosa	Média	32	29 - 32	28	28 – 30

		4	Res. – Baixo Penha/Vila Matilde	Muito pequena	31	29 -32	29	29 - 31
II – Unidade climática urbana periférica	A – Da zona leste	1	Res. Baixo/Favela – São Miguel Paulista	Muito pequena	30	29 - 32	29	28 – 31
		2	Vert. Conj. Hab	Muito pequena	30	29-32	28	28-30
		3	Res. Baixo/Favela – Cidade Líder	Pequena	29	28-32	28	26-30
		4	Indus.	Média a grande	28	28-31	28	26-29
		5	Res. Baixo/Favela – Sapopemba/S. Mateus	Muito pequena	32	29-32	29	28-31
		6	Res. Baixo/Favela – C.Tiradentes/Guaianazes	Média	28	28-31	28	26-29
		7	Pq. Do Carmo	Dominante	26	25-29	23	23-29
		8	Pq. Ecológico do Tietê	Dominante	23	25-29	23	23-28

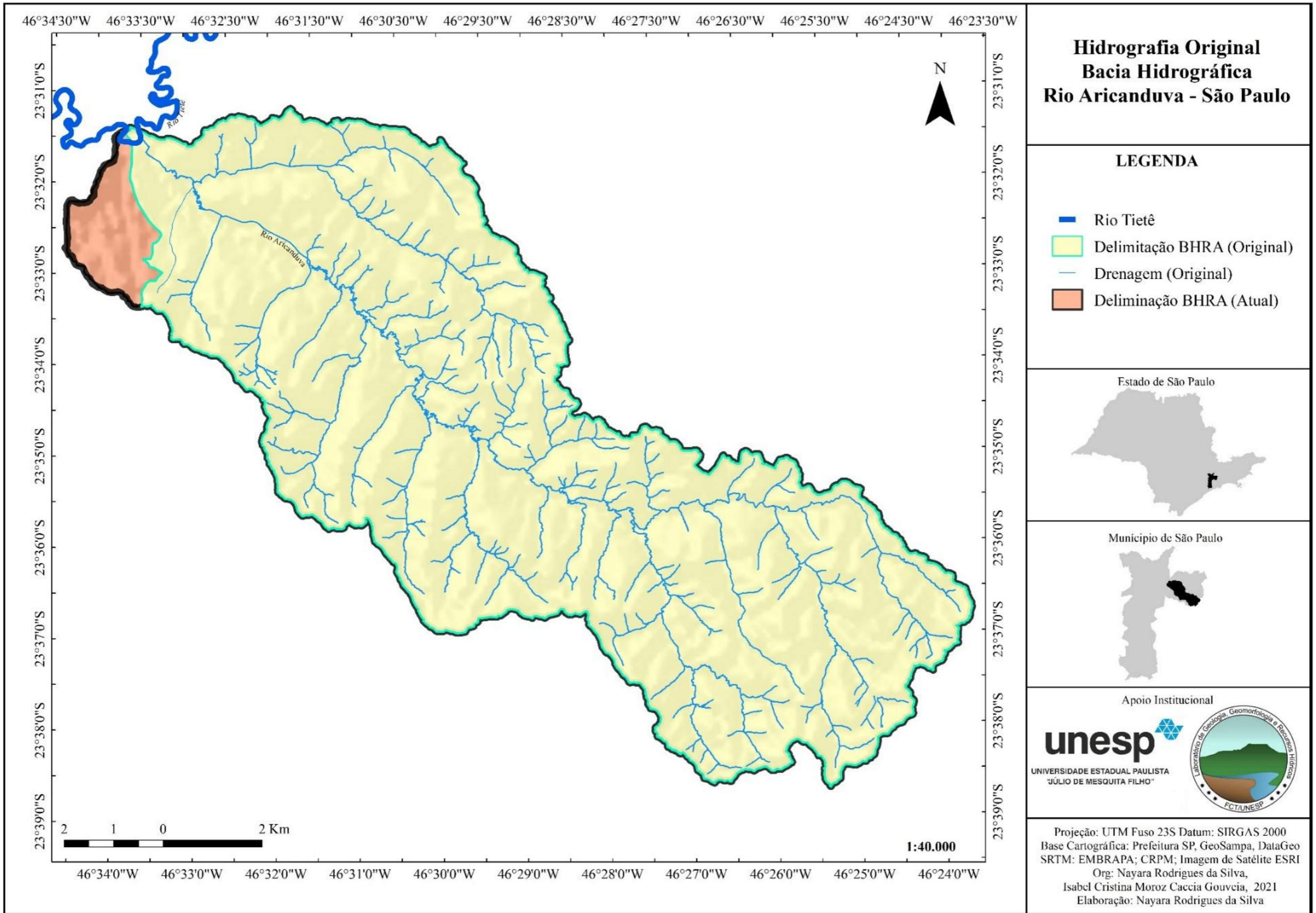
Fonte: Adaptado de Tarifa & Armani (2001)

O processo de urbanização não ocorre de modo homogêneo nas cidades e podemos identificar tais desigualdades no uso e ocupação da terra. Tarifa & Armani (2001) destacam que clima e o seu conjunto de interações físicas, biológicas, humanas e sociais fazem parte dessa totalidade e assim devem ser compreendidos.

4.1.2. Hidrografia original

As nascentes do Rio Aricanduva estão localizadas no extremo da zona leste de São Paulo, limítrofe ao município de Mauá, sendo que a BHRA apresenta a área de drenagem de aproximadamente 103,9km² atualmente. A Figura 17 apresenta a hidrografia original da BHRA.

Figura 17: Hidrografia original bacia hidrográfica rio Aricanduva – São Paulo



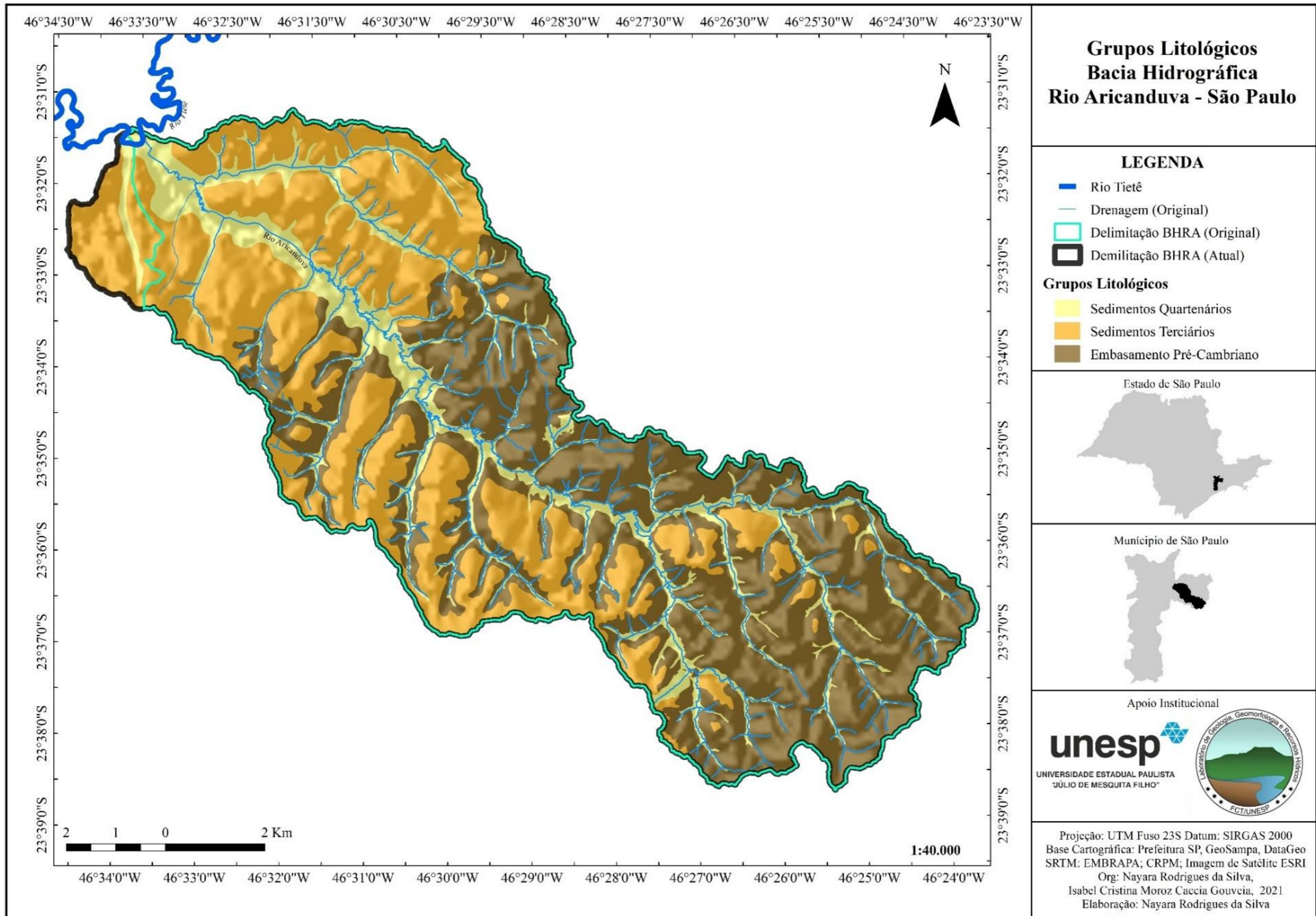
Elaboração: As autoras, 2021

Ressalta-se que originalmente a BHRA ocupava 100,2 Km². Porém, após a retificação do Rio Tietê junto à foz do Rio Aricanduva, em meados da década de 50, sua área aumentou de 100,2km² para 103,9km² (tabela 2) com a incorporação de uma pequena bacia hidrográfica que drenava diretamente para o Rio Tietê. Tais modificações serão melhor discutidas adiante.

4.1.3. Geologia

Simas (2017) destaca na BHRA a presença de três grupos litológicos que são: Sedimentos Terciários; Sedimentos Quaternários e rochas de embasamento cristalino pré-Cambriano. De acordo com Ab'Saber os sedimentos terciários (Tc), correspondem a pacotes de sedimentos de idade terciária e solos predominantemente argilosos e espessos da Bacia Sedimentar de São Paulo; já o embasamento cristalino corresponde aos maciços de solos e rochas xisto-micáceas (Xm) que são um conjunto de rochas e solos originados de xistos (rocha metamórfica rica em minerais micáceos com estrutura foliada) e por fim os sedimentos quaternários correspondem às planícies e terraços fluviais (áreas de fundo de vale com baixa declividade). A Figura 18 apresenta o Mapa dos Grupos Litológicos.

Figura 18: Mapa dos Grupos Litológicos



Elaboração Nayara Rodrigues da Silva

Os materiais que originaram a formação da Bacia Sedimentar de São Paulo estão relacionados aos processos da abertura do oceano Atlântico. A depressão formada nas rochas cristalinas foi sendo preenchido por sedimentos transportados e depositados pelo rio Tietê e seus afluentes (COLTRINARI, 2006).

Como já apresentamos, o rio Aricanduva é um afluente da margem do rio Tietê, tendo como característica um perfil transversal nitidamente assimétrico devido ao relevo e à formação geológica, na qual o rio Aricanduva “se encaixou” no bordo SSE do maciço granítico de Itaquera e ao longo do seu curso entra em contato com sedimentos terciários (AB’SABER, 1957).

4.1.4. Relevo

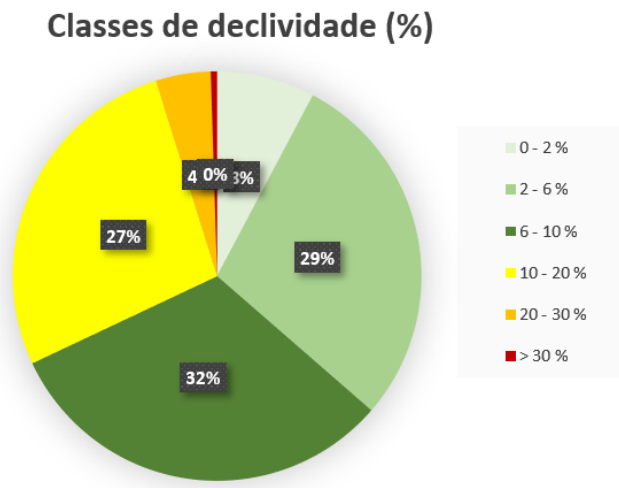
De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (ROSS; MOROZ, 1997) e Moroz-Caccia Gouveia (2010), grande parte da zona leste está inserida na unidade morfoescultural Planalto de São Paulo, que corresponde à Bacia Sedimentar de São Paulo, além de pequenas áreas originalmente correspondentes às Planícies Fluviais (ambas morfoesculturas pertencentes à unidade Morfoestrutural Bacias Sedimentares Cenozóicas). Secundariamente, apresenta também áreas correspondentes aos terrenos cristalinos da unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico, cuja unidade morfoescultural denomina-se regionalmente Planalto Atlântico e, localmente, Planalto Paulistano.

De acordo com. Ab’Saber (2007) o rio Aricanduva é orientado na direção de SE para NW, e sua bacia hidrográfica apresenta altas colinas próximas ao bairro da Penha e nas demais áreas dominam colinas terraceadas e colinas tabulares suavizadas, além de terraços, e planícies fluviais. As nascentes do Rio Aricanduva localizam-se próximo ao limite dos municípios de São Paulo e Mauá, nos terrenos cristalinos do pré-Cambriano.

A Figura 19 apresenta o Mapa de declividades, onde se observa a predominância de declividades medianas, sendo que apenas na parte superior da bacia hidrográfica e porções da

margem direita do Rio Aricanduva, apresentam declividades mais acentuadas. Como podemos ver no gráfico 2:

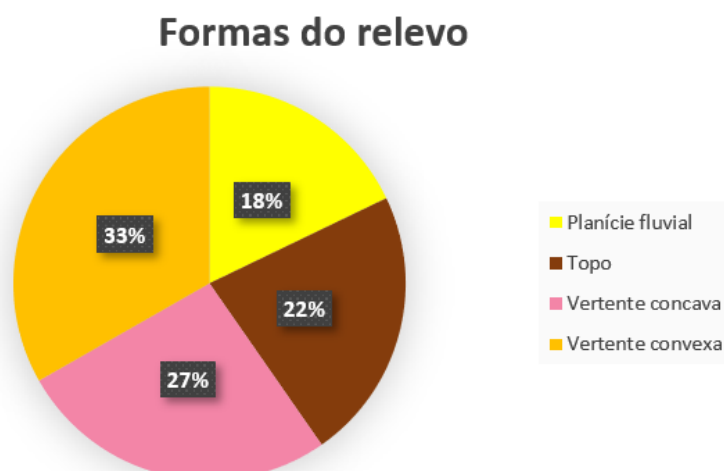
Gráficos 2: Classes de declividade (%)



Elaboração: A autora.

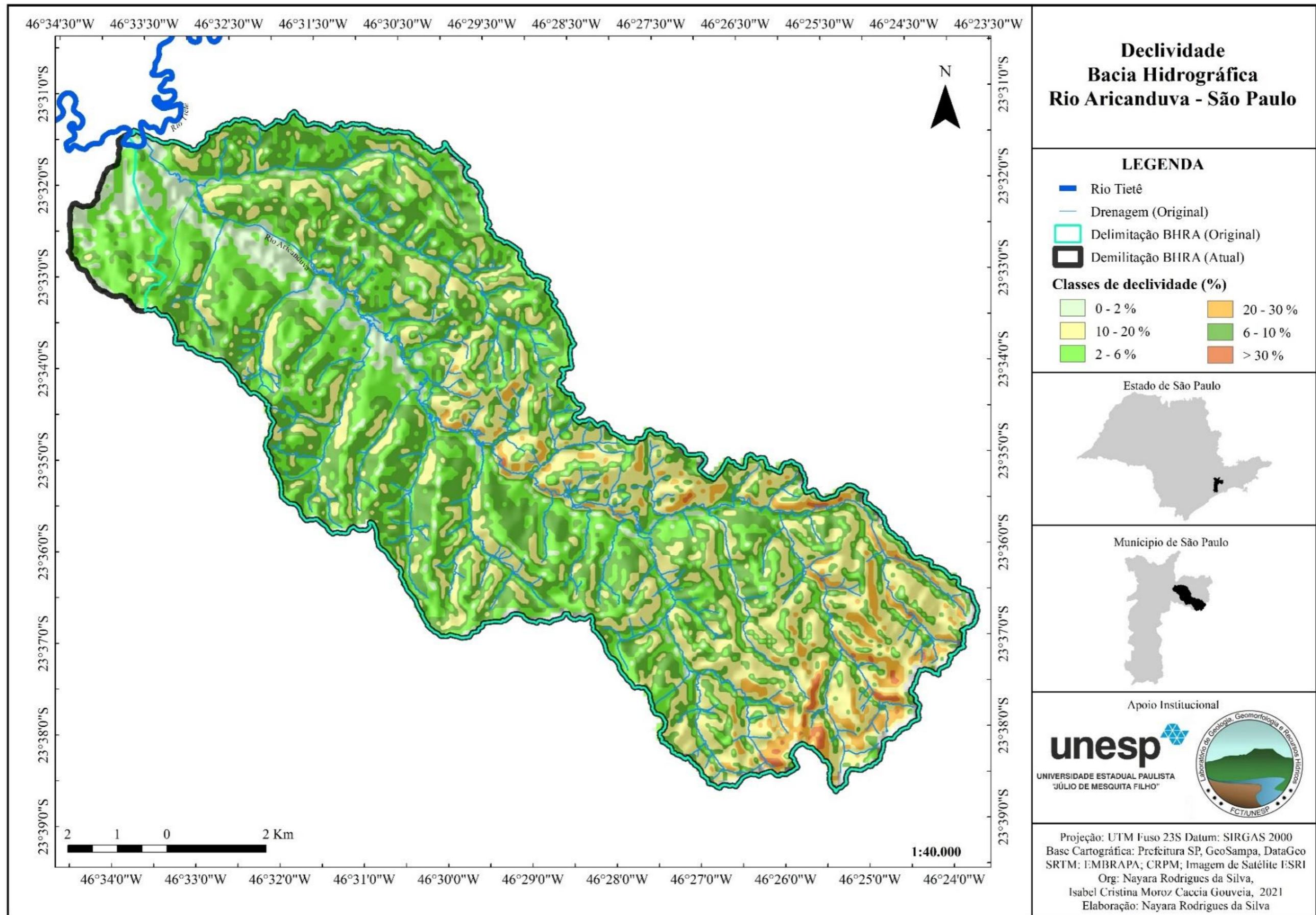
Como podemos verificar no gráfico 2 a BHRA tem como característica a predominância de 6 – 10% de declividade. Na Figura 20, Mapa de Morfologias Originais, se observam topos alongados das colinas, a predominância de vertentes convexas e as áreas de planícies fluviais e terraços longo dos principais canais fluviais. No gráfico 3 a distribuição das formas de relevo.

Gráficos 3: Formas do relevo



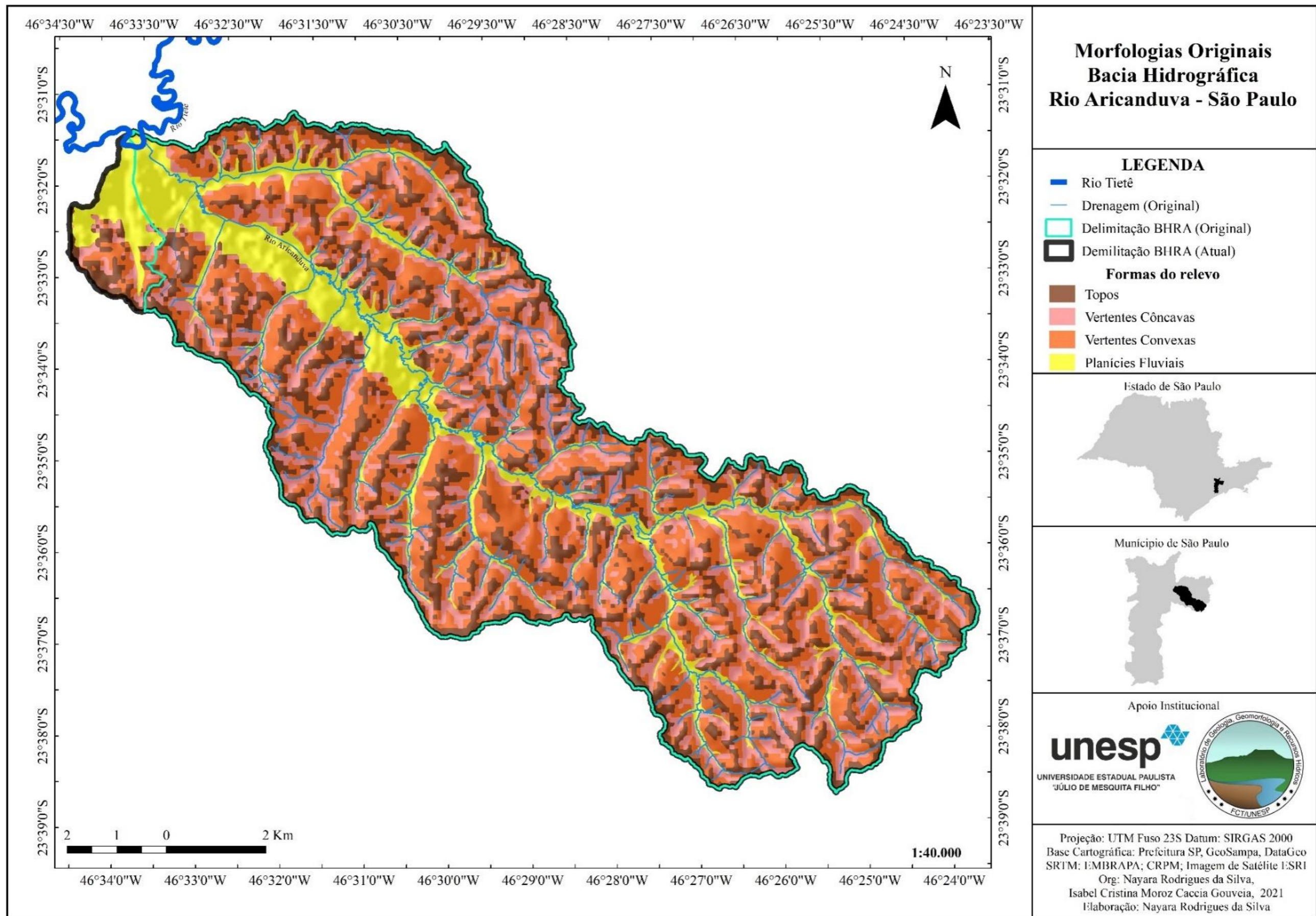
Elaboração: A autora.

Figura 19: Mapa de declividade



Elaboração: A autora.

Figura 20: Mapa de morfologias originais



Elaboração: A autora.

4.1.5. Cobertura Vegetal Original

De acordo com o mapeamento realizado pelo PROJETO RADAMBRASIL (1983) denominado Regiões Fitoecológicas, o Estado de São Paulo possuía uma vasta diversidade ecológica (fauna e flora) e a área de pesquisa (Figura 21) tinha como predominância de vegetação composta por floresta ombrófila densa e fragmentos de savana. Segundo Cardim (2018) em entrevista à BBC Brasil (2018) na cidade de São Paulo havia áreas de Mata Atlântica, matas mistas de araucárias, áreas de várzea e áreas de transição com o cerrado.

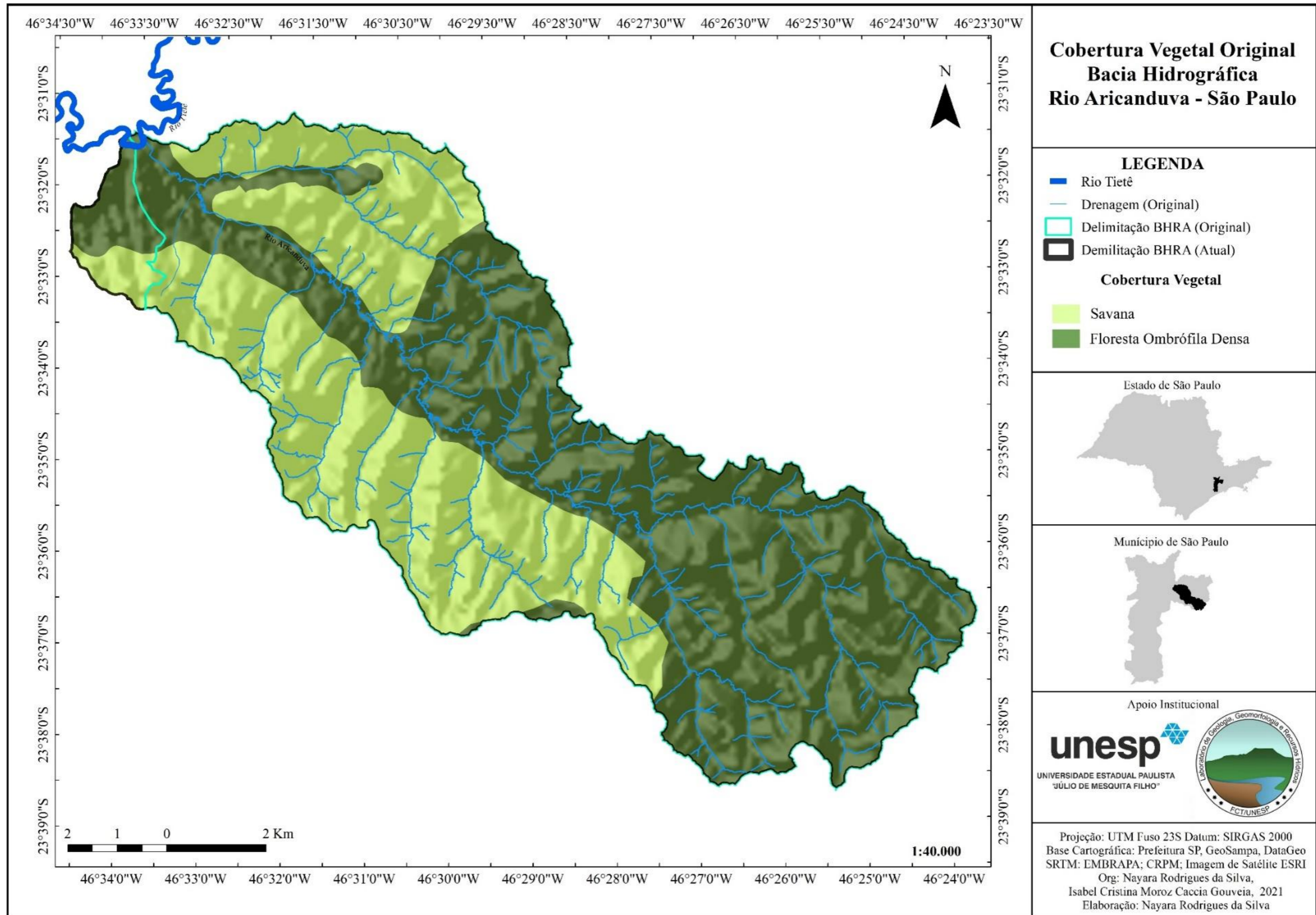
Em relação à vegetação original pouco restou. Cardim (2018) afirma que a vegetação atual da cidade de São Paulo é composta 90% por espécies exóticas introduzidas ao longo do período histórico para fins paisagísticos, na tentativa de aproximar a cidade aos moldes europeus através do processo de colonização.

A predominância da vegetação “Floresta Ombrófila Densa⁹” remete à Mata Atlântica e à “Savana¹⁰” ao Cerrado, ou seja, a BHRA está localizada na área de transição dos dois biomas.

⁹ De acordo com a EMBRAPA: “Floresta Ombrófila Densa (conhecida também por floresta pluvial tropical - Floresta Amazônica e Floresta Atlântica): caracteriza-se por fanerófitos, lianas e epífitas em abundância. Esta formação está condicionada a ocorrência de temperaturas elevadas, em média 25°C, e altas precipitações, bem distribuídas durante o ano, cujo período seco varia de 0 a 60 dias. Os solos predominantes dessa tipologia são os LATOSSOLOS VERMELHO Distroféricos (Latossolo roxo distrófico) e excepcionalmente os LATOSSOLOS VERMELHO Eutroféricos (Latossolo roxo eutrófico), originados de granitos e gnaisses, além de arenitos com derrames vulcânicos de vários períodos geológicos. Este tipo de vegetação foi subdividido em cinco faciações ordenadas segundo a hierarquia topográfica que refletem fisionomias diferentes de acordo com as variações ecotípicas das faixas altimétricas”.

¹⁰ De acordo com a EMBRAPA: “Savana (Cerrado): o termo savana é empregado para substituir o regionalismo cerrado. Caracteriza-se como sendo uma vegetação xeromorfa, de clima estacional e que reveste solos lixiviados aluminizados. É constituída por vegetação herbácea, intercalada por plantas lenhosas de pequeno porte. Apresenta quatro subtipos: Savana Florestada (Cerradão); Savana Arborizada (Campo Cerrado); Savana Parque (Parque de Cerrado ou Campo sujo) e Savana gramíneo-lenhosa (Campo Limpo)”

Figura 21: Cobertura Vegetal Original Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva – São Paulo



4.1.6. Mudanças na hidrografia

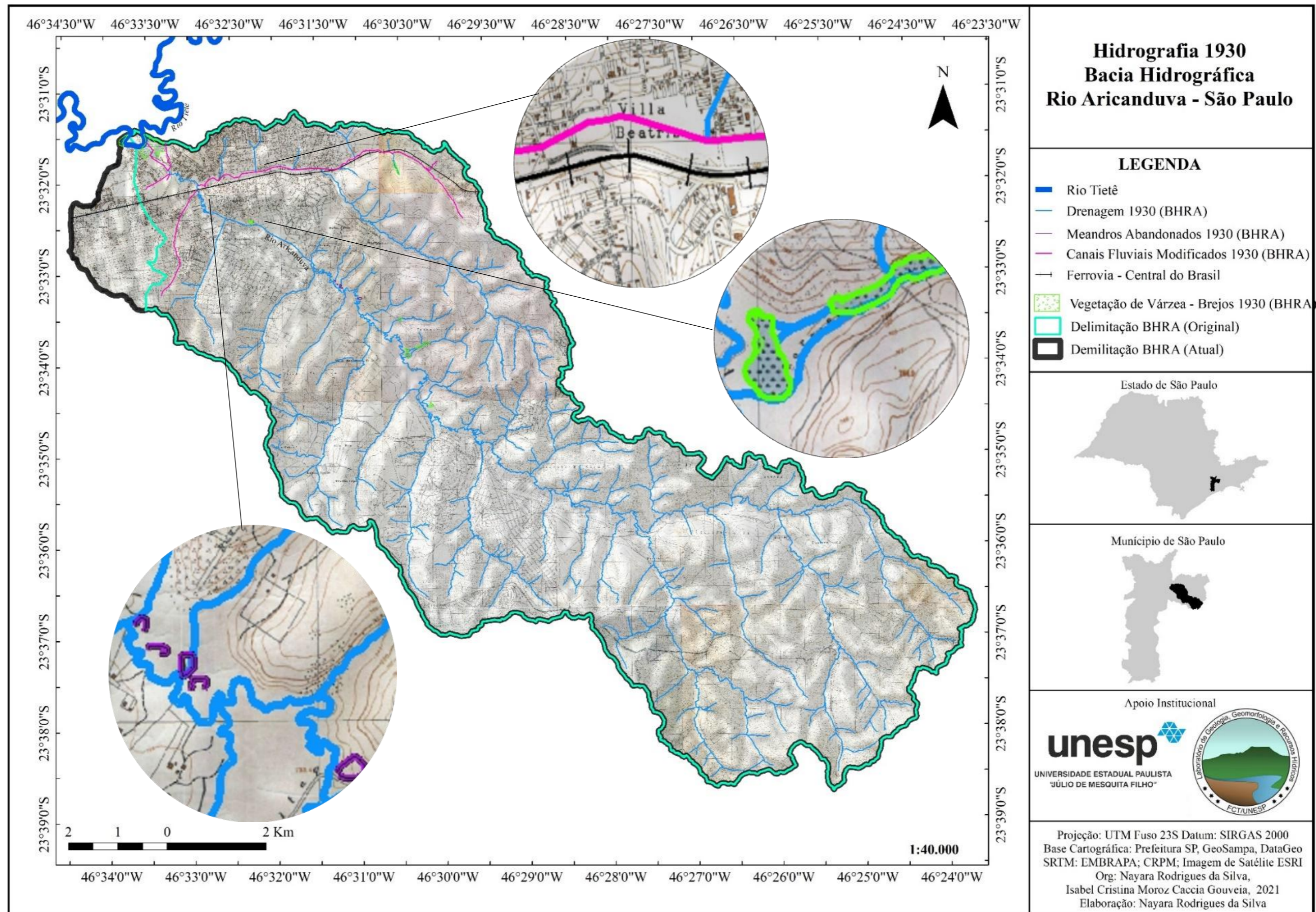
As obras de canalização do rio Aricanduva iniciaram-se em 1970 com a construção da avenida de mesmo nome, projeto desenvolvido pela prefeitura de São Paulo na época. Entretanto, através das cartas topográficas elaboradas pelo projeto S.A.R.A nota-se que em 1930 a foz do rio Aricanduva já tinha passado por alterações devido a construção da estrada de ferro Central do Brasil, responsável pela ligação com o Rio de Janeiro.

Na Figura 22 (Mapa da hidrografia 1930) destacamos a morfologia dos canais fluviais. Apesar das intervenções em função da estrada de ferro, todo o restante da área ainda apresentava seus canais fluviais com morfologias originais.

A presença de meandros abandonados é entendida como um importante indicador da morfologia original, uma vez que apresenta evidências sobre a hidrodinâmica do rio, assim como a vegetação de várzea (brejos) que correspondem às áreas inundáveis.

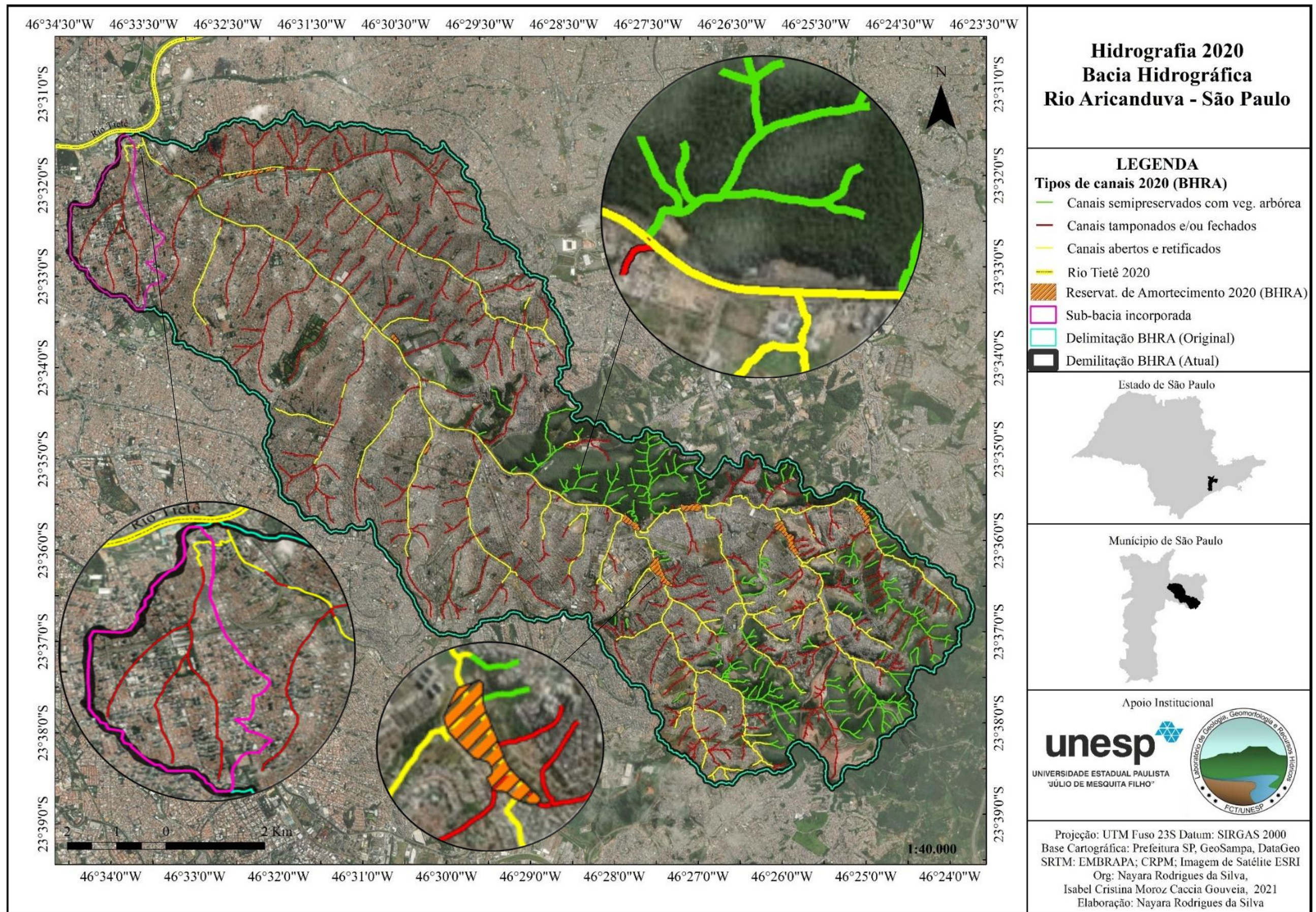
Já na Figura 23 (Mapa hidrográfico de 2020) observam-se diferentes tipologias de intervenções através de obras de engenharia nos canais fluviais. Para melhor compreensão e observação dividimos as intervenções em quatro tipologias que são: canalizações abertas (canais retificados, porém se mantém visíveis), tamponados/canalização fechadas (canais que não são visíveis na superfície), reservatórios de amortecimentos ou popularmente chamados piscinões (são estruturas criadas para bombear para dentro dos reservatórios as águas que iriam para o canal principal, na tentativa de controlar inundações) e por fim os canais semipreservados. Consideramos como canais semipreservados aqueles que apresentam presença de vegetação arbórea, pois entendemos que devido à vegetação próxima aos canais fluviais os mesmos podem apresentar suas funcionalidades minimamente preservadas.

Figura 22: Mapa Hidrografia 1930



Elaboração: A autora.

Figura 23: Mapa da Hidrografia 2020



Elaboração: A autora.

Ao comparar os mapas hidrográficos podemos notar que rapidamente a mancha urbana modificou e impôs novas dinâmicas ao meio físico através do processo de urbanização.

O que nos chama a atenção é o aumento da área da bacia hidrográfica rio Aricanduva, já mencionado. Ao analisarmos a Figura 22 Mapa da Hidrografia de 1930, observa-se na porção norte, à esquerda da foz do Rio Aricanduva, uma pequena bacia hidrográfica fluindo diretamente para o rio Tietê. Já no Mapa da Hidrografia de 2020 (figura 23), destacamos sua inserção na BHRA, pois em função da retificação do Rio Tietê, sua foz foi desviada para o trecho final do Rio Aricanduva. Assim, a bacia hidrográfica passou de **100,2 Km²** para **103,9 Km²**

Na Tabela 2 apresentam-se as mudanças identificadas nos canais fluviais.

Tabela 2: Mudanças observadas nos canais fluviais e bacia hidrográfica (Indicadores Morfológicos)

PARÂMETRO	UNIDADE/ ELEMENTO	QUADRO				
		ORIGINAL	1930		2020	
Comprimento	Rio Aricanduva	32,715626 Km	32,715626 Km		23,465512 Km	
	Afluentes	219,852997Km	219,852997 Km		174,603436 Km	
Padrão	Rio Aricanduva	32,011799 Km	Trechos Fluviais Modificados	0,703827 Km	Trechos abertos e retificados	19,855539 Km
					Trechos Tamponados e/ou fechados	1,322026 Km
					Trechos Semipreservados	2,277777 Km
	Afluentes	198,391565 Km	Canais Fluviais Modificados	11,595893 Km	Canais abertos e retificados	56,332887 Km
					Canais tamponados e/ou fechados	92,807992 Km
					Canais semipreservados	25,462558 Km
Bacia Hidrográfica	BHRA	100,2 Km ²	100,2 Km ²		103,9 Km ²	

Elaboração: A autora

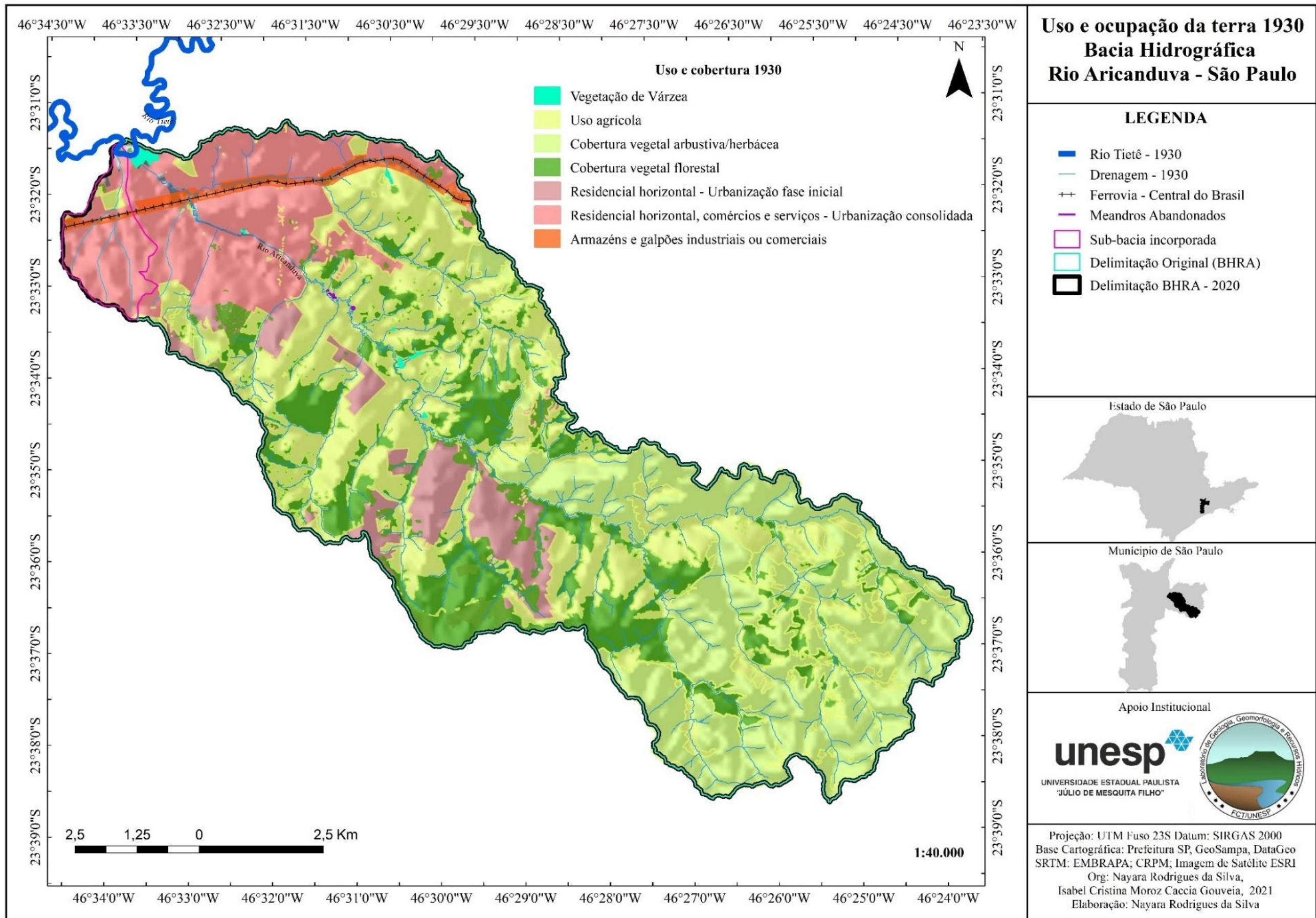
4.1.7. Usos e Cobertura da Terra e Morfologia Antropogênicas

Na Figura 24 (Mapa uso e cobertura da terra 1930), o traçado da estrada de ferro acompanha um dos afluentes do rio Aricanduva, o que demonstra que já na década de 20 as planícies fluviais e terraços eram utilizados como áreas de expansão da malha urbana e correspondem a áreas com maior concentração de urbanização consolidada. Também possuem áreas com a urbanização em fase inicial e áreas sem informação, que não destacamos no mapa, porém, acreditamos que essas áreas correspondem a solo exposto.

Podemos destacar também a predominância de áreas correspondentes à capoeira e matas (tais características e nomenclaturas foram mantidas de acordo com a legenda dos mapas utilizados). Essas áreas podem ser consideradas como morfologias originais ou pré-perturbação, pois embora a cobertura vegetal original possa ter sofrido alterações, a presença de vegetação mesmo que secundária em termos de sucessão ecológica, ainda favorece a manutenção de dinâmicas naturais.

Na Figura 25 (Mapa uso e cobertura da terra 2020), fica evidente a consolidação da mancha urbana, ocupando quase a totalidade da bacia hidrográfica do rio Aricanduva. Observam-se poucos fragmentos de vegetação (gramíneas e arbórea) e áreas de solo exposto, que com os períodos de chuva podem sofrer processos erosivos.


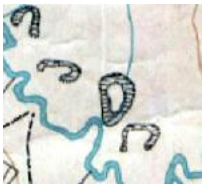






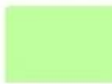

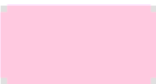
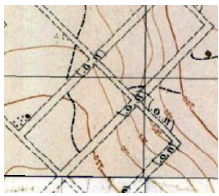

Figura 24: Mapa Uso e Cobertura da Terra 1930






Elaboração: A autora.

No quadro 9 temos a distribuição das morfologias encontradas nas cartas topográficas S.A.R.A que foram utilizadas para compor a figura 24 (Mapa de uso e cobertura da terra 1930).

Quadros 9: Uso e cobertura da terra 1930

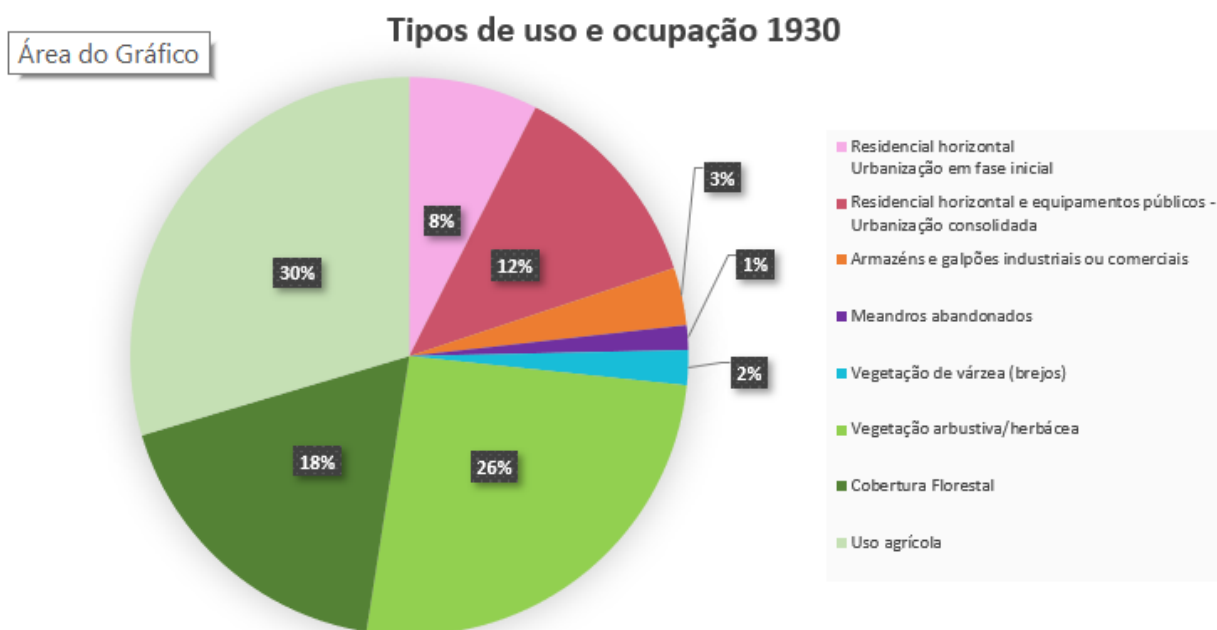
Uso e cobertura da terra 1930		
Unidades complexas	Morfologias	Descrição
 Meandros abandonados		Morfologia original (curvas, traçado e meandros)
 Vegetação de várzea (brejos) MO1		Morfologia original ou semi-preservada. Áreas úmidas com vegetação herbácea ou arbustiva original ou secundária.
 Cobertura Florestal MO2		Morfologia original ou semi-preservada. Áreas com vegetação arbórea original ou secundária
 Vegetação arbustiva/herbácea MO3		Morfologia original ou semi-preservada. Áreas com vegetação arbustiva/herbácea original ou secundária
 Uso agrícola MA1		Morfologia antropogênica, com pouca modificação nas formas e materiais.
 Residencial horizontal Urbanização em fase inicial MA2		Morfologia antropogênica Estágio inicial de ocupação urbana
		Morfologia antropogênica. Estágio final de ocupação urbana. Áreas urbanas consolidadas, com alta densidade de ocupações. Baixo índice de cobertura vegetal.

Residencial horizontal e equipamentos públicos Urbanização Consolidada MA3		
 Armazéns e galpões industriais ou comerciais MA4		Morfologia Antropogênica Galpões construídos ao longo da ferrovia. Terrenos impermeabilizados em áreas de aterros.

Fonte: Adaptado de Moroz-Caccia Gouveia (2010,2017) & Luz (2014)

No gráfico 4 temos a distribuição dos tipos de uso e cobertura da terra, no qual podemos visualizar que os tipos com maior porcentagem são relacionados as morfologias originais ou semi-preservadas.

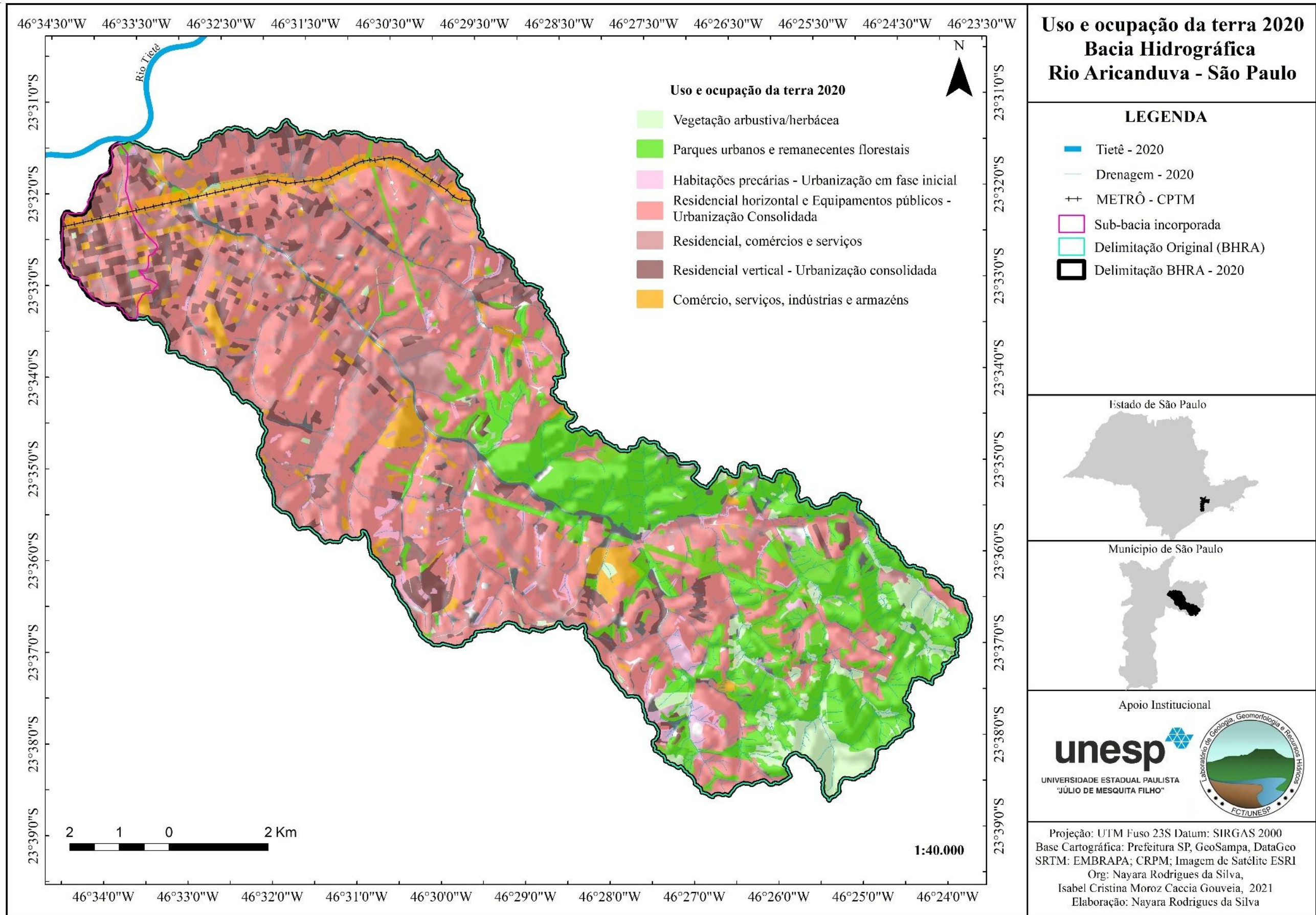
Gráficos 4: Distribuição dos tipos de uso e ocupação em 1930



Elaboração: A autora.

Na figura 25 será apresentado o mapa de uso e cobertura da terra 2020.







Figura 25: Mapa Uso e Cobertura da Terra 2020



No quadro 10 temos a distribuição das morfologias “Mapa de uso e cobertura da terra 2020” e a descrição do comportamento hidrodinâmico de cada morfologia que foram utilizadas para compor a figura 25.

Quadros 10: Uso e cobertura da terra

Unidade complexa	Morfologia	Descrição
 Parques urbanos e remanescentes florestais MO2		Morfologia original ou semi-preservada Áreas não edificadas com vegetação arbórea secundária e reflorestamentos.
 Vegetação arbustiva/herbácea MO3		Morfologia semi-preservada Áreas não edificadas com vegetação arbustiva/herbácea
 Habitações precárias Urbanização em fase inicial MA2		Morfologia Antropogênica. Habitações precárias dispostas de forma desornada e sem sistemas de saneamento e drenagem urbana
 Residencial horizontal e Equipamentos públicos Urbanização Consolidada MA3	 	Morfologia Antropogênica, Áreas edificadas com arruamentos bem definidos, terrenos impermeabilizados sem vegetação.

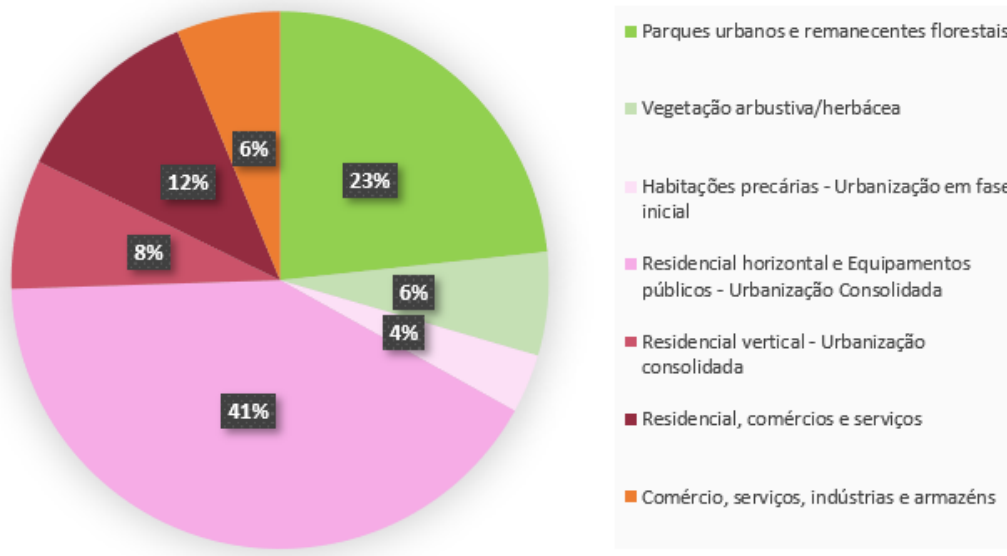
Unidade complexa	Morfologia	Descrição
 <p>Residencial, comércio e serviços. Urbanização Consolidada MA3</p>		<p>Morfologia Antropogênica. Terrenos impermeabilizados</p>
 <p>Residencial vertical Urbanização Consolidada MA3</p>		<p>Morfologia Antropogênica. Arruamentos bem definidos com alta densidade de prédios, terrenos totalmente impermeabilizados e pouca vegetação.</p>
 <p>Comércio, serviços, indústrias e armazéns.</p>		<p>Morfologia Antropogênica. Alta concentração de áreas impermeabilizadas.</p>

Fonte: Adaptado de Moroz-Caccia Gouveia (2010,217) & Luz (2014)

No gráfico 5 temos a distribuição dos tipos de uso e cobertura da terra, no qual podemos visualizar que os tipos com maior porcentagem são relacionados às morfologias antropogênicas.

Gráficos 5: Distribuição dos tipos de uso e cobertura da terra em 2020

Uso e ocupação da terra 2020



Elaboração: Autoras

Vale destacar que na BHRA em 2020 temos a categoria “habitações precárias – urbanização fase inicial”, o que significada que são favelas ou comunidades auto-construídas. Tais áreas poderiam ser reconhecidas e utilizadas pelo governo Estadual como áreas de interesse social para as famílias que lá ocupam.

4.1.8. Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbações Hidrogeomorfológicas

De acordo com Rodrigues (2004, 2005) a correlação entre morfologia original e antropogênica possibilita identificar as unidades morfológicas complexas a fim de apresentar as dinâmicas hidrogeomorfológicas e determinar o nível de perturbação. O mapeamento das unidades morfológicas complexas e classificação dos níveis de perturbação é uma ferramenta que pode ser incorporada aos estudos de zoneamentos das cidades, pois possibilita especializar e prever as dinâmicas hidrogeomorfológicas de bacias hidrográficas. No quadro 11 temos as categorias identificadas e os níveis de perturbação respectivos, referentes ao ano de 1930.

Quadros 11: Unidades Complexas e Níveis de Perturbação 1930

Uso/Cobertura	Descrição	Morfologia Original	Unidade Morfológica Complexa	Comportamento Hidrodinâmico	Nível de Perturbação
Vegetação de várzea (brejos)	Morfologia original. MO1 Áreas úmidas com vegetação herbácea ou arbustiva original ou secundária.	Planície Fluvial	MO1P	Áreas sujeitas à inundações periódicas. Nível hidrostático pouco profundo	Sem perturbação ou Muito baixo 1
Vegetação Arbórea	Morfologia original ou semi-preserveda. MO2 Áreas com vegetação arbórea original ou secundária	Planície Fluvial	MO2P	A presença de vegetação arbórea ripária favorece a infiltração, reduzindo processos de assoreamento dos canais fluviais.	
		Topo das colinas	MO2T	A presença de cobertura vegetal arbórea favorece a infiltração e protege os solos, restringindo perdas de solo por erosão.	
		Vertentes Convexas	MO2CX		
		Vertentes Côncavas	MO2CC		
Vegetação arbustiva/herbácea	Morfologia original ou semi-preserveda. MO3 Áreas com vegetação arbustiva original ou secundária	Planície Fluvial	MO3P	A presença de vegetação arbustiva ripária favorece a infiltração e protege os recursos hídricos	
		Topo das colinas	MO3T	- A presença de cobertura vegetal arbustiva favorece a infiltração e protege os solos, restringindo perdas de solo por erosão.	
		Vertentes Convexas	MO3CX		
		Vertentes Côncavas	MO3CC		
Áreas agrícolas	Morfologia Antropogênica MA1 Agricultura	Planície Fluvial	MA1P	Problemas de drenagem interna, necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos	
		Topo das colinas	MA 1T	Tendência ao escoamento superficial difuso, com concentração de fluxos nos arruamentos. Deflagração de processos erosivos laminares e lineares, com mobilização de sedimentos.	
		Vertentes Convexas	MA 1CX		
		Vertentes Côncavas	MA 1CC	Tendência ao escoamento superficial concentrado Deflagração de processos erosivos laminares e lineares, com mobilização de sedimentos	
Urbanização fase inicial Residencial horizontal	Morfologia antropogênica MA2 Estágio inicial de ocupação urbana. Loteamentos implantados parcialmente ocupados.	Planície Fluvial	MA2P	Problemas de drenagem interna. Áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	
		Topo das colinas	MA2T	Escoamento superficial difuso, com tendência à concentração de fluxos nos arruamentos sem pavimentação. Processos erosivos laminares e lineares, com grande mobilização de sedimentos	
		Vertentes Convexas	MA2CX		
		Vertentes Côncavas	MA2CC	Tendência à dispersão de água por escoamento superficial difuso. Tendência à erosão laminar. Nos arruamentos sem pavimentação, tendência ao escoamento superficial concentrado, com processos erosivos lineares	
Urbanização consolidada Residencial horizontal, comércio e serviços	Morfologia antropogênica MA3 Estágio final de ocupação urbana. Áreas urbanas	Planície Fluvial	MA3P	Problemas de drenagem interna Áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	Muito Alto 5

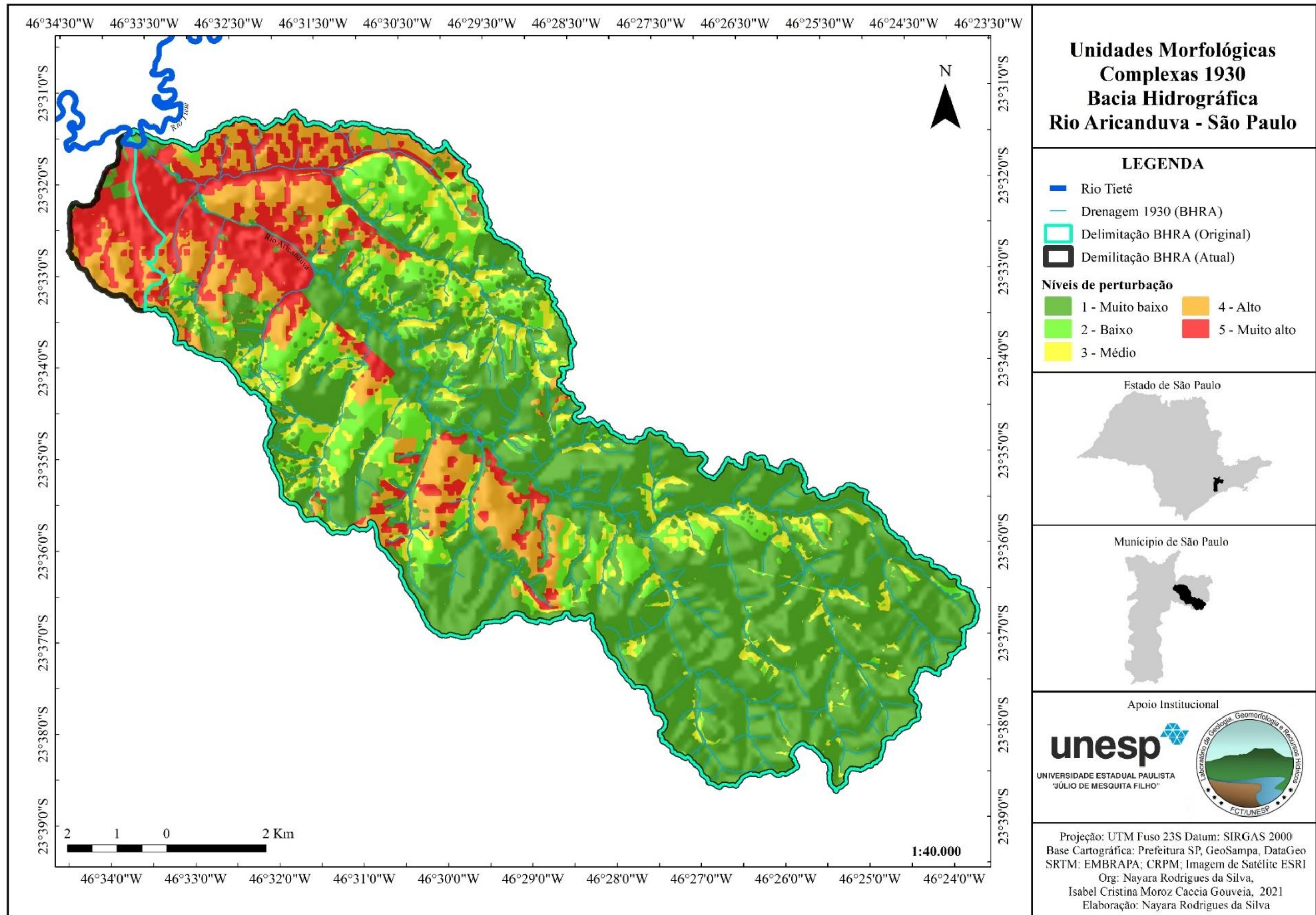
	consolidadas, com alta densidade de ocupações, compostas por residências horizontais. Baixo índice de cobertura vegetal	Topo das colinas	MA3T	Escoamento superficial concentrado. As áreas dotadas de sistemas subterrâneos (abastecimento, saneamento, comunicação e transporte) podem apresentar problemas de instabilidade relacionados ao rompimento de dutos, rebaixamento do lençol freático ou em função da drenagem subterrânea concentrada.	Alto 4
		Vertentes Convexas	MA3CV	Tendência ao escoamento superficial difuso e nos arruamentos, concentrado.	
		Vertentes Côncavas	MA3CC	Tendência ao escoamento superficial concentrado, com ocorrência de enxurradas nos eventos de chuva se os sistemas de micro-drenagem urbana forem ineficientes ou estiverem obstruídos.	Muito Alto 5
Armazéns e galpões industriais ou comerciais	Morfologia antropogênica MA4 Galpões construídos ao longo da ferrovia. Terrenos impermeabilizados em áreas de aterros.	Planície Fluvial	MA4P	Problemas de drenagem interna. Áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	Muito Alto 5

Fonte: Adaptado de Moroz-Caccia Gouveia (2010,217) & Luz (2014)

No quadro 11 nota-se que cada tipo de uso e cobertura exerce um nível de perturbação no comportamento hidrodinâmico, dependendo da morfologia original.

A figura 26 corresponde ao Mapa de Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação Hidrodinâmica referente ao ano de 1930. Neste mapeamento foram classificadas 22 morfologias complexas. A ocupação da BHRA em 1930 se concentrou na foz, o que apresenta um nível alto de perturbação, pois temos o início do processo de urbanização que foi desenvolvido com a instalação da via férrea, porém apresenta áreas ainda que muito restritas com nível de perturbação inexistente devido aos meandros abandonados.

Figura 26: Mapa de unidades morfológicas complexas 1930 bacia hidrográfica rio Aricanduva

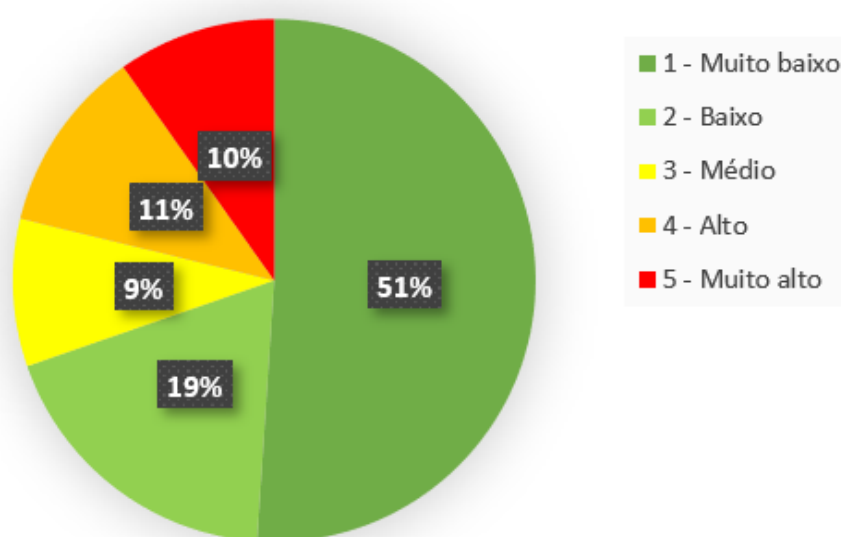


Elaboração: as autoras

No Gráfico 6 temos a distribuição dos níveis de perturbação de 1930, no qual os níveis de perturbação Muito baixo e Baixo são predominantes, pois conforme vimos anteriormente, em 1930 a BHRA ainda possuía vegetação de várzea, vegetação arbóreas e áreas de cultivo, o que não altera significativamente o comportamento hidrodinâmico original.

Gráficos 6: Níveis de perturbação - 1930

Níveis de perturbação - 1930



Elaboração: a autora.

No quadro 12 são apresentados as unidades morfológicas complexas e os níveis de perturbação hidromorfológicas de 2020.

Quadros 12: Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação 2020

Uso/Cobertura	Descrição	Morfologia Original	Unidades Morfológicas Complexas	Comportamento Hidrodinâmico	Nível de Perturbação
Parques urbanos/Vegetação arbórea	Morfologia original ou semi-preserveda. MO2 Áreas não edificadas com vegetação arbustiva	Planície Fluvial	MO2P	A presença de vegetação arbórea ripária favorece a infiltração, reduzindo processos de assoreamento dos canais fluviais	Muito baixo 1
		Vertentes Convexas	MO2CX	A presença de cobertura vegetal arbórea favorece a infiltração e protege os solos, restringindo perdas de solo por erosão.	
		Vertentes Côncavas	MO2CC		
Vegetação arbustiva/herbácea	Morfologia semi-preserveda. MO3 Áreas não edificadas com vegetação herbácea	Planície Fluvial	MO3P	- Presença de vegetação herbácea favorece a infiltração, reduzindo processos de assoreamento dos canais fluviais.	Muito baixo 1
		Topo das colinas	MO3T	Áreas sem perturbações antrópicas ou com perturbações pouco significativas para as formas e processos hidrodinâmicos	
		Vertentes Convexas	MO3CX		
		Vertentes Côncavas	MO3CC		
Áreas agrícolas	Morfologia semi-preserveda. MA1 Agricultura	Planície Fluvial	MA1P	Problemas de drenagem interna, necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos	Baixo 2
		Topos das colinas	MA1T	Tendência ao escoamento superficial difuso, com concentração de fluxos nos arruamentos. Deflagração de processos erosivos laminares e lineares, com mobilização de sedimentos.	Médio 3
		Vertentes Convexas	MA1CX		
		Vertentes Côncavas	MA1CC	Tendência ao escoamento superficial concentrado. Deflagração de processos erosivos laminares e lineares, com mobilização de sedimentos.	
Urbanização fase Habitações precárias	Morfologia antropogênica. Estágio Inicial de ocupação urbana. MA2 Habitações precárias dispostas de forma desornada e sem sistemas de saneamento e drenagem urbana	Planície Fluvial	MA2P	Problemas de drenagem interna. Áreas aterradas com materiais diversos (solos e entulho). Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	Muito Alto 5
		Topo das colinas	MA2T	Escoamento superficial difuso, com tendência à concentração de fluxos nos arruamentos sem pavimentação. Processos erosivos laminares e lineares, com grande mobilização de sedimentos.	Alto 4
		Vertente Convexa	MA2CX		
		Vertente Côncava	MA2CC	Tendência ao escoamento superficial concentrado. Ocorrência de erosão linear e risco de movimentos de massa	Muito Alto 5
Urbanização consolidada Residencial horizontal	Morfologia antropogênica. Estágio final de ocupação urbana. MA3 Áreas urbanas consolidadas, com alta densidade de edificações. Arruamentos bem definidos e terrenos impermeabilizados com pouca vegetação.	Planície Fluvial	MA3P	Problemas de drenagem interna. Áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	Muito Alto 5
		Topo das colinas	MA3T	Tendência ao escoamento superficial difuso e nos arruamentos, escoamento concentrado com ocorrência de enxurradas nos eventos de chuva se os sistemas de micro-drenagem urbana forem ineficientes ou estiverem obstruídos..	Alto 4
		Vertente Convexa	MA3CX		
		Vertente Côncava	MA3CC	Tendência ao escoamento superficial concentrado, com ocorrência de enxurradas nos eventos de chuva se os sistemas de micro-drenagem urbana forem ineficientes ou estiverem obstruídos.	Muito Alto 5
Urbanização consolidada Residencial vertical	Morfologia Antropogênica. Estágio final de ocupação urbana. MA3a Áreas urbanas consolidadas,	Planície Fluvial	MA3a P	Problemas de drenagem interna. Áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	Muito Alto 5
		Topo das colinas	MA3aT	Escoamento superficial concentrado. As áreas dotadas de sistemas subterrâneos	

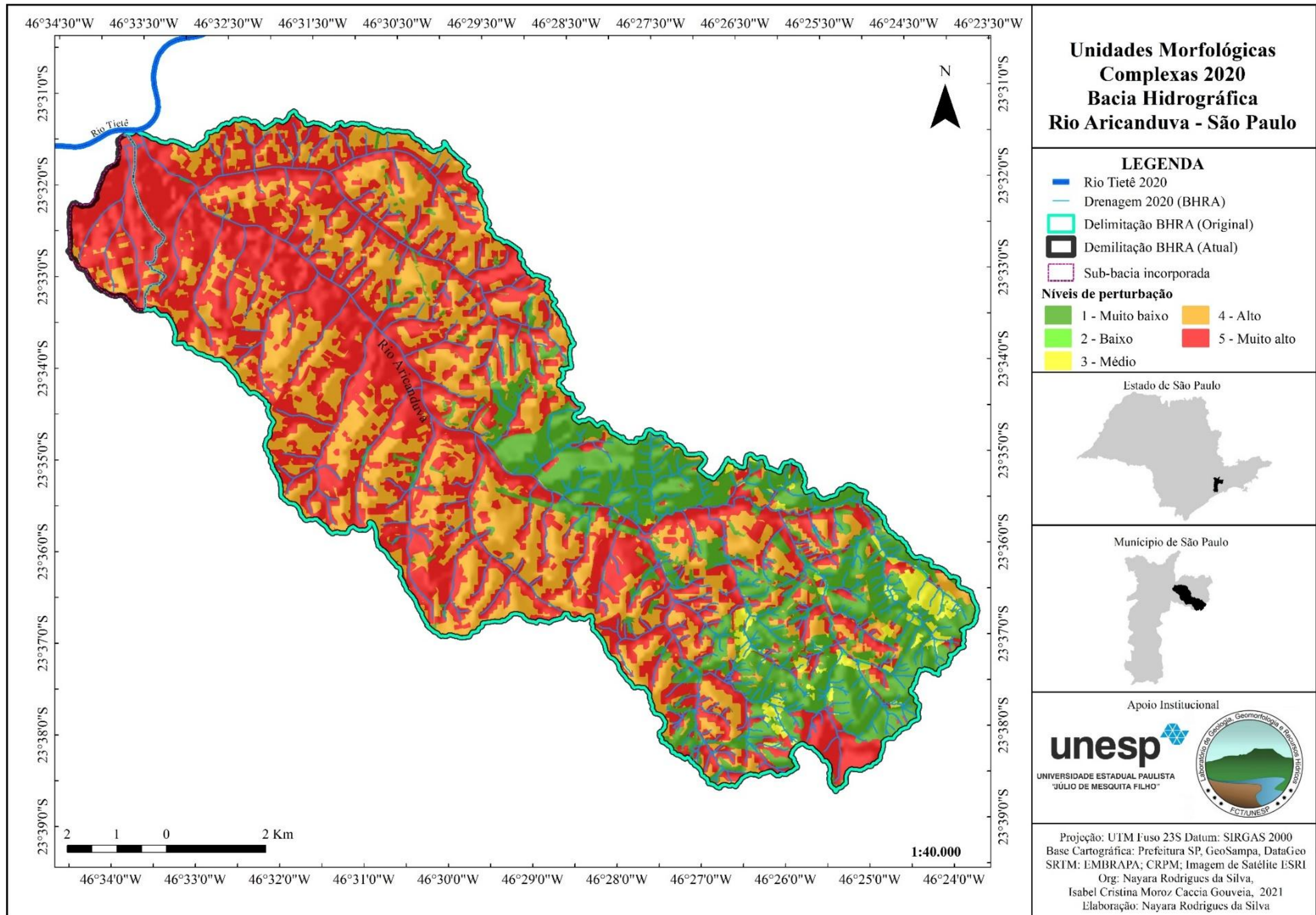
	Arruamentos bem definidos com alta densidade de edifícios, terrenos totalmente impermeabilizados e pouca vegetação.			(abastecimento, saneamento, comunicação e transporte) podem apresentar problemas de instabilidade relacionados ao rompimento de dutos, rebaixamento do lençol freático ou em função da drenagem subterrânea concentrada.	
		Vertente Convexa	MA3aCX	Tendência ao escoamento superficial difuso e nos arruamentos, concentrado.	
		Vertente Côncava	MA3aCC	Tendência ao escoamento superficial concentrado, com ocorrência de enxurradas nos eventos de chuva se os sistemas de micro-drenagem urbana forem ineficientes ou estiverem obstruídos.	
Urbanização consolidada Residencial, comércio e serviços	Morfologia antropogênica. Estágio final de ocupação urbana. MA3b Áreas urbanas consolidadas, com alta densidade de ocupações. Arruamentos bem definidos e terrenos totalmente impermeabilizados com pouca vegetação.	Planície Fluvial	MA3bP	Problemas de drenagem interna. Áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo.	Muito Alto 5
		Topo das colinas	MA3bT	Tendência ao escoamento superficial concentrado, com ocorrência de enxurradas nos eventos de chuva se os sistemas de micro-drenagem urbana forem ineficientes ou estiverem obstruídos.	Alto 4
		Vertente Convexa	MA3bCX		
		Vertente Côncava	MA3bCC	Tendência ao escoamento superficial difuso e nos arruamentos, concentrado.	
Urbanização consolidada Comércio, serviços, indústrias, armazéns e equipamentos públicos.	Morfologia Antropogênica MA4 Alta concentração de áreas impermeabilizadas.	Planície Fluvial	MA4P	Problemas de drenagem interna Áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	Muito Alto 5
		Topo das colinas	MA4T	Tendência ao escoamento superficial concentrado, com ocorrência de enxurradas nos eventos de chuva se os sistemas de micro-drenagem urbana forem ineficientes ou estiverem obstruídos.	
		Vertente Convexa	MA4CX		
		Vertente Côncava	MA4CC	Tendência ao escoamento superficial difuso e nos arruamentos, concentrado.	
Solo exposto	Morfologia Antropogênica MA5 Áreas desprovidas de cobertura vegetal	Planície Fluvial	MA5P	Problemas de drenagem interna. Ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo	Muito Alto 5
		Topo das colinas	MA5T	Tendência ao escoamento superficial difuso. Deflagração de processos erosivos laminares e lineares, com mobilização de sedimentos.	
		Vertente Convexa	MA5CX		
		Vertente Côncava	MA5CC	Tendência ao escoamento superficial concentrado. Tendência à erosão linear e riscos de movimentos de massa	

Fonte: Adaptado de Moroz-Caccia Gouveia (2010,217) & Luz (2014).

No Quadro 12 nota-se que cada tipo de uso e cobertura exerce um nível de perturbação no comportamento hidrodinâmico, dependendo da morfologia original.

A figura 27 corresponde ao Mapa de Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação Hidrodinâmica referente ao ano de 2020. Neste mapeamento foram identificadas 35 unidades morfológicas complexas. A ocupação urbana é predominante na BHRA em 2020, apresentando Níveis Alto e Muito Alto de perturbação em 88% da bacia hidrográfica conforme se verifica no Quadro 12 e na figura 27.

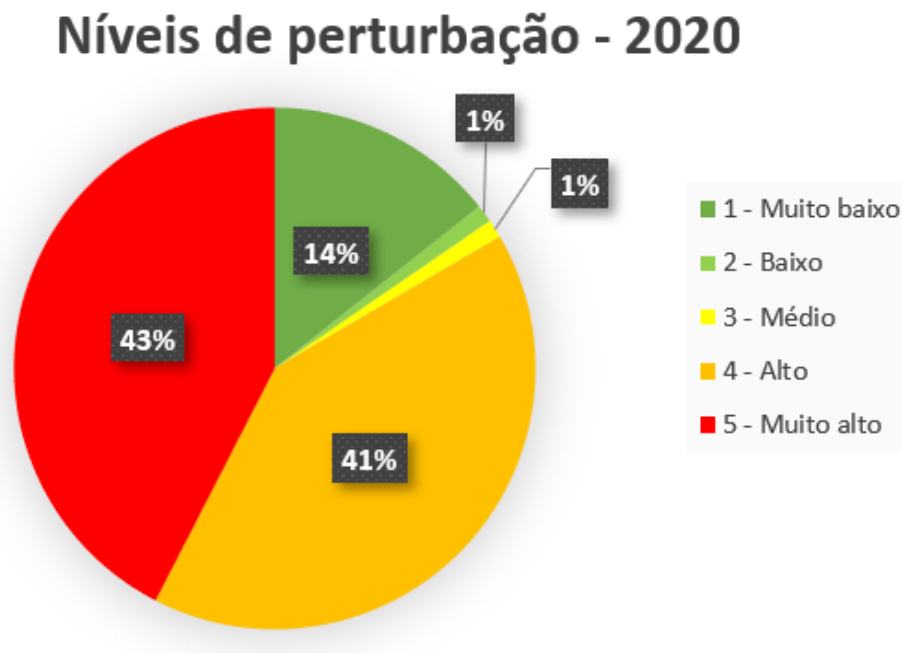
Figura 27: Mapa de Unidades Morfológicas Complexas 2020 Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva – São Paulo



Elaboração: as autoras.

No gráfico 7 temos a distribuição dos níveis de perturbação de 2020, no qual os níveis Muito alto e Alto são predominantes, correspondendo à 84% da BHRA, o que indica um alto nível de perturbação.

Gráficos 7: Níveis de perturbação - 2020



Fonte: A autora, 2022.

Claro (2013) destaca que a metodologia adotada é uma ferramenta importante para o planejamento urbano e ambiental, pois as análises realizadas e os documentos cartográficos podem colaborar para o desenvolvimento do plano diretor, implementação de equipamentos públicos e delimitação de áreas verdes para diminuir a impermeabilização.

4.1.9. “Essa rua tem o nome de um rio que a cidade sufocou¹¹”

Conforme apresentamos ao longo da pesquisa, o processo de urbanização afeta diretamente o comportamento hidrodinâmico da bacia hidrográfica, em função do alto nível de impermeabilização. As unidades morfológicas complexas demonstram como as morfologias antropogênicas intensificam os processos hidrodinâmicos como escoamento

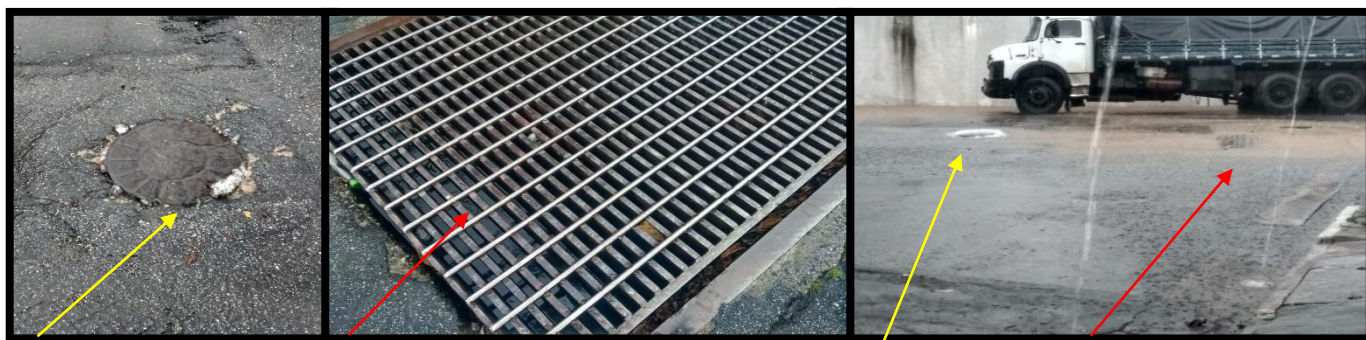
¹¹ Trecho da música Iarinhas escrita por Luiza Lian e Leda Cartum. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vSs3P5-VeIg>>

superficial concentrado resultando na maior frequência de episódios de inundações e alagamentos.

De acordo com o Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas (CGE)¹² o mês de janeiro de 2022 registrou cerca de 149,2mm de chuva, o previsto para o mês é de 255,7, ou seja, já choveu cerca de 58,3% do esperado para o mês (notícia apresentada no dia 20 de janeiro de 2022)¹³.

O dia 16 de janeiro de 2022 foi o mais chuvoso registrando 20,3mm com duração aproximadamente de duas horas (CGE, 2022). As águas do rio Aricanduva extravasaram e ocorreu inundação ao longo da bacia hidrográfica. Abaixo são expostas algumas fotografias deste dia.

Figura 28: Galerias pluviais



Fonte: a autora

A figura 28 apresenta as galerias pluviais entre as ruas Otávio Vasco do Nascimento e Mair. As setas amarelas indicam o sistema de drenagem urbana (pluvial), pois podemos perceber que as águas não apresentam nenhum tipo de coloração, porém em função das poucas áreas de infiltração, não suportou a quantidade de água da chuva direcionada ao sistema.

Porém as setas vermelhas demonstram a presença de água com uma coloração “amarronzada”, que pode ser devido à presença de sedimentos ou ainda, de esgotos, que

¹² O Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas é órgão ligado à Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB) da Prefeitura de São Paulo.

¹³ Para saber mais: < <https://www.cgesp.org/v3/sala-de-imprensa.jsp>>

provem do rio Aricanduva. Logo o processo de inundação ocorre em dois momentos: primeiro com as águas pluviais que seriam destinadas ao rio Aricanduva através do sistema de drenagem urbana, porém o mesmo não aguenta a quantidade de água; e o segundo momento é através do extravasamento do rio Aricanduva, como veremos nas figuras a seguir.

A figura 29 apresenta o processo de inundação que ocorreu entre as ruas Otávio Vasco do Nascimento e Mair, localizadas na BHRA. Nesta figura notamos o aumento do nível da água do rio Aricanduva e os possíveis prejuízos materiais dos moradores.

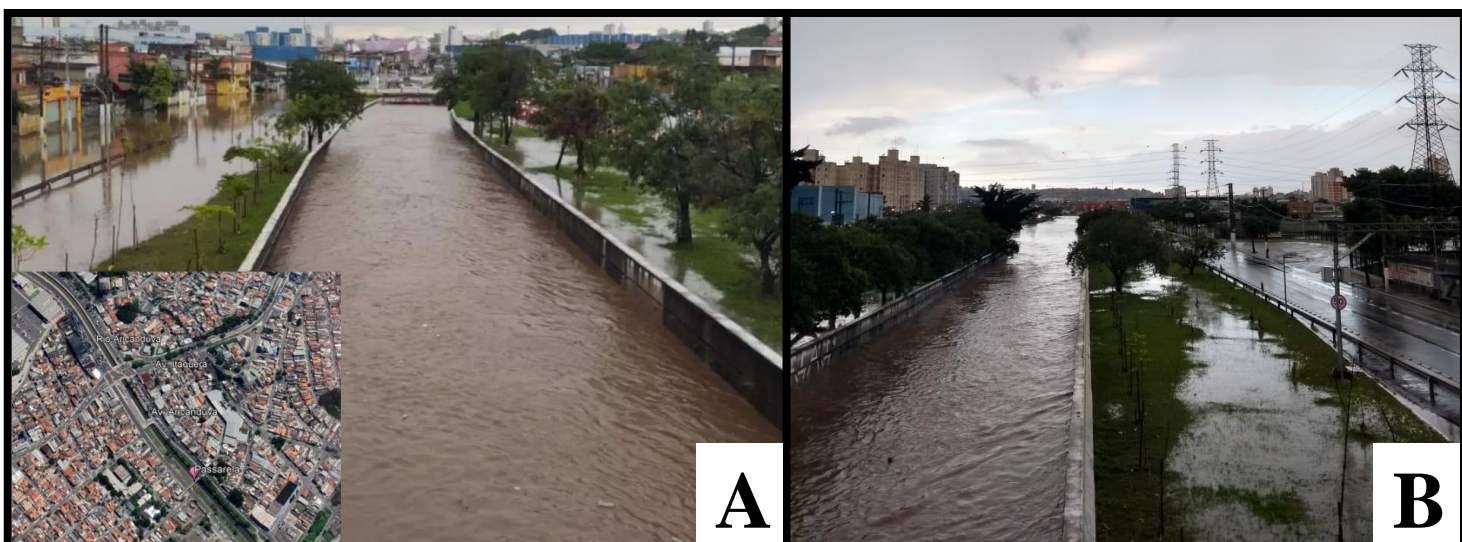
Figura 29: Aumento do nível da água



Fonte: a autora

A figura 30 apresenta o rio Aricanduva após o seu extravasamento sendo (A) a jusante e (B) a montante.

Figura 30: O rio Aricanduva



Fonte: a autora

Na figura 30 notamos a presença de áreas com permeabilidade nas margens do rio, porém muito pequenas, e incapazes de absorver a quantidade de água.

Na figura 31 nota-se o nível das águas na rua Luís Scalise (C) e a rua Iemanjá (D) que ultrapassaram a altura dos automóveis (setas amarelas) e foi necessário acionar os bombeiros (C seta vermelha) para resgatar algumas pessoas.

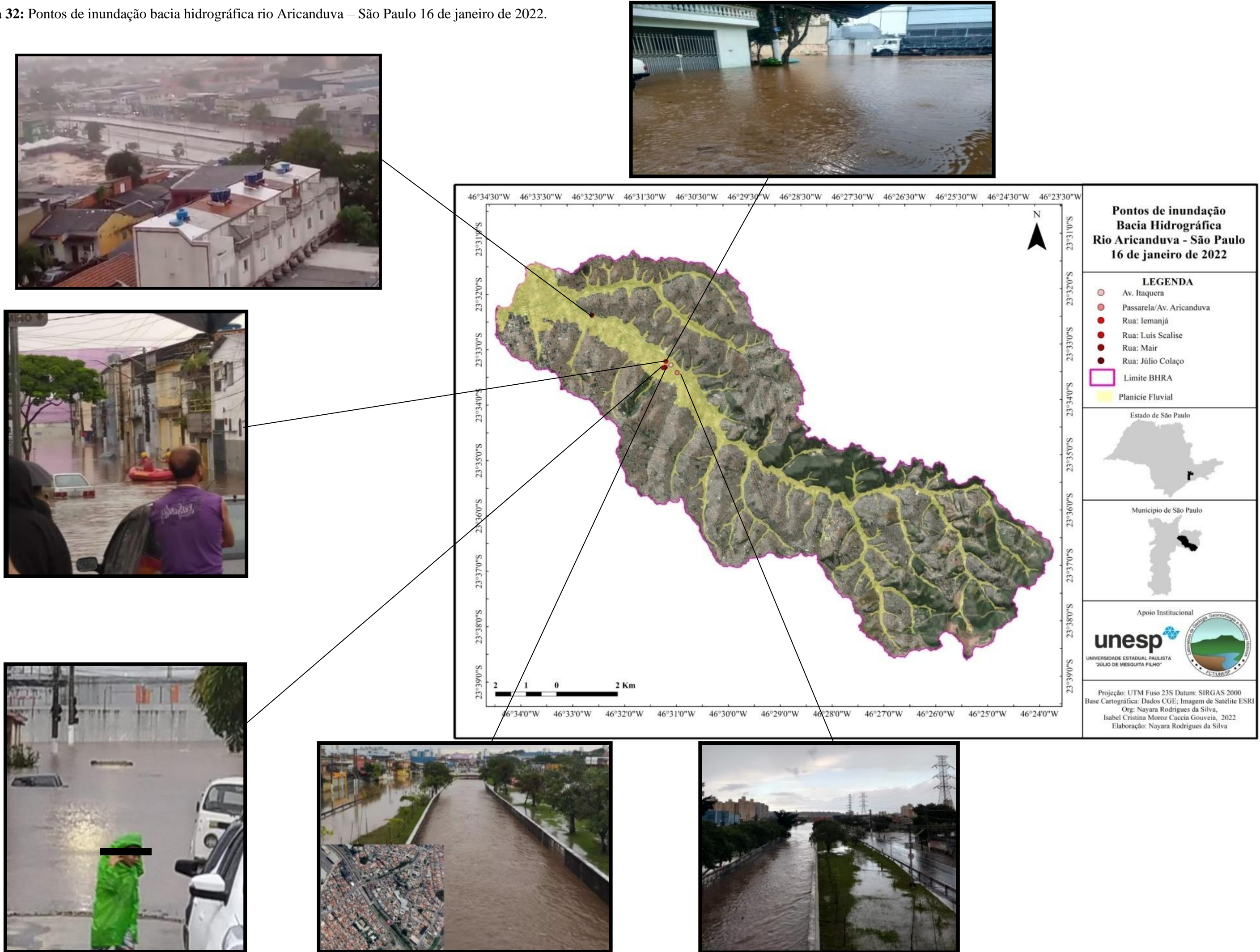
Figura 31: Outros pontos de inundação



Fonte: autora

Na figura 32 temos a espacialização dos pontos de inundação apresentadas nas figuras 28, 29, 30 e 31 apontados pelo CGE (2022):

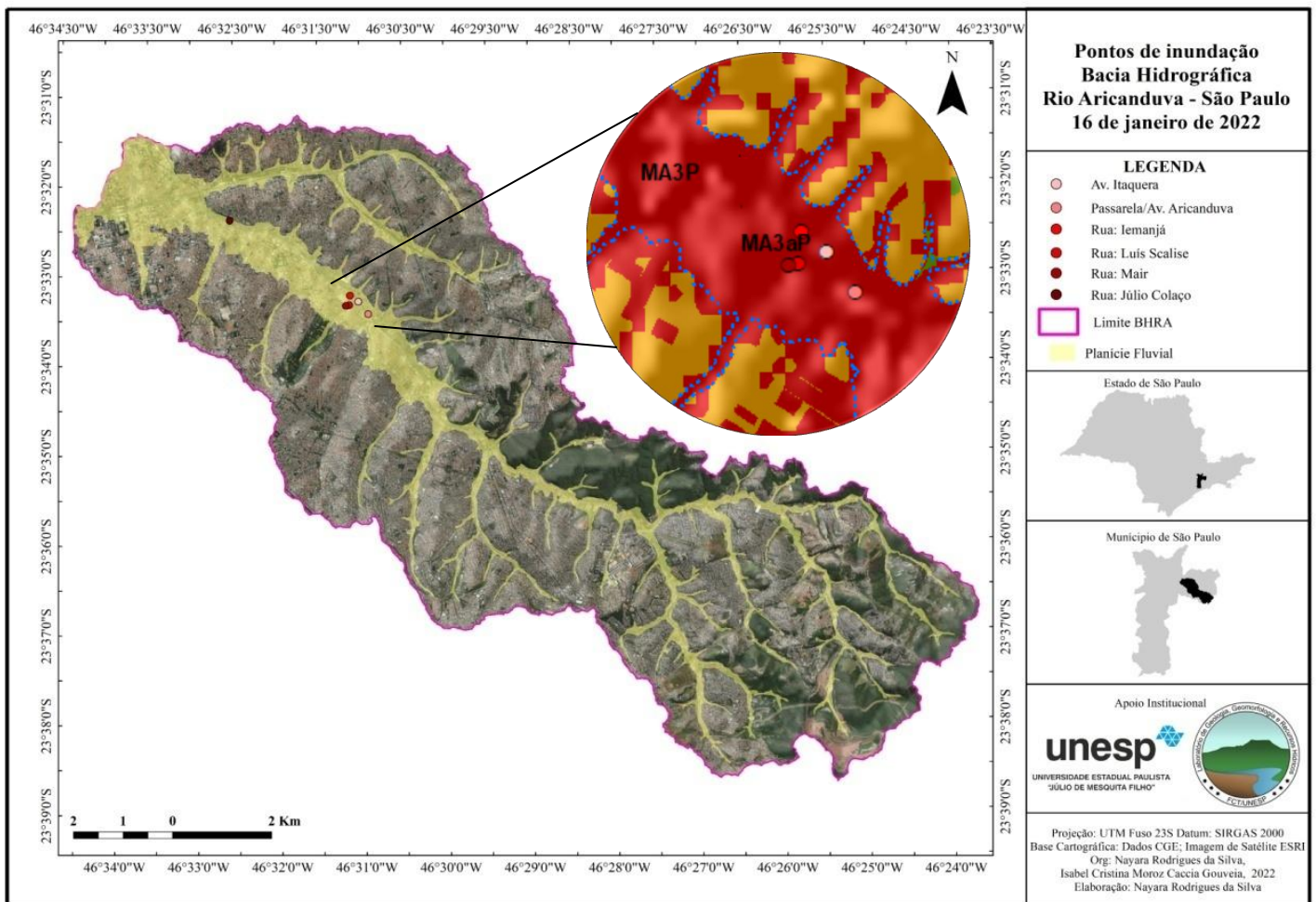
Figura 32: Pontos de inundação bacia hidrográfica rio Aricanduva – São Paulo 16 de janeiro de 2022.



Avaliando os dados apresentados pelo CGE (2022) e considerando a quantidade de chuva no dia 16 de janeiro (20,33 mm distribuídos em aproximadamente duas horas), podemos avaliar que as poucas áreas permeáveis na BHRA já estavam saturadas, os rios e córregos estavam com a vazão elevada, o que demonstra a ineficiente do sistema de drenagem. Ao analisar a espacialização dos pontos de inundação e as imagens nota-se que a população teve perdas materiais.

Por fim na figura 33 utilizamos um recorte da Figura 27 Mapa de Unidades Morfológicas Complexas 2020 Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva – São Paulo (apresentado na página 90), no qual destacamos a unidade morfológica complexa e os pontos de inundação na BHRA.

Figura 33: Mapa síntese com os pontos de inundação e as Unidades Morfológicas Complexas



Elaboração: as autoras.

O recorte da unidade morfológica complexa (em destaque no círculo próximo ao mapa) é a **MA3aP**, que corresponde a morfologia antropogênica em planície fluvial com estágio final de ocupação urbana, e seu comportamento hidrodinâmico é definido como: *“problemas de drenagem interna, áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem., ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo”* (conforme apresentado no quadro 12 Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação 2020, página 87), sendo seu nível de perturbação muito alto.

Ao realizar a sobreposição do recorte do com os pontos de inundação do dia 16 de janeiro identificamos que a metodologia adotada corresponde aos objetivos da pesquisa, pois o comportamento hidrodinâmico é drasticamente alterado com o processo de urbanização e como consequências têm o aumento da frequência de inundações e podemos identificar através dos mapeamentos, assim contribuindo para desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental e urbana.

“A vontade do rio de voltar Às vezes sacode de algum lugar / Ele dorme até a chuva chegar / Mas a tempestade vem anunciar / E uma enchente lembra a população / Que o que é rua antes era vazão”

Iarinhas, Luiza Lian e Leda Cartum

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de urbanização proporciona consequências diretas e indiretas para o meio físico, principalmente para os sistemas hidrogeomorfológicos como observado ao longo da pesquisa. A geomorfologia antropogênica foi essencial para a compreensão e mensuração das mudanças ocorridas na bacia hidrográfica.

A cartografia retrospectiva permitiu observar as mudanças ocorridas em 1930 com o auxílio das cartas topográfica do S.A.R.A e compará-las através da fotointerpretação com as imagens de satélite de 2020.

Os mapeamentos apresentados ao longo da dissertação auxiliam a identificação e compreensão acerca das mudanças ocorridas ao longo do processo de urbanização.

Em 1930 a bacia hidrográfica rio Aricanduva possuía morfologias originais e também já apresentava morfologias antropogênicas. Devido ao avanço das linhas férreas, principalmente a Central do Brasil, a foz do rio Aricanduva já apresentava morfologias antropogênicas. Porém, no alto curso e médio curso as morfologias originais ainda predominavam. Em relação aos cursos d'água, ainda se observavam morfologias originais como meandros abandonados, porém próximo à foz do Rio Aricanduva, os cursos d'água já se apresentavam modificados devido a expansão urbana.

Em 2020, a bacia encontra-se praticamente toda ocupada, possuindo predominantemente morfologias antropogênicas. Em relação aos canais fluviais, observa-se a predominância de canais fechados/tamponados, o que demonstra o alto nível de artificialização da bacia. No alto curso, observa-se ainda alguns fragmentos de vegetação, e recentemente a Prefeitura de São Paulo noticiou a criação de um parque nas nascentes do rio Aricanduva. Tal ação é um ato importante para a qualidade ambiental da área e para a preservação das poucas áreas de morfologias originais ou semi-preservadas que ainda restam. O governo de São Paulo

possui um projeto de despoluição do rio Tietê¹⁴ e o rio Pinheiros¹⁵, no qual poderia ser aplicado no rio Aricanduva e seus afluentes para minimizar as cargas de poluentes, preservar as morfologias originais ou semi-preservadas dos canais fluviais.

A BHRA apresenta obras estruturais de macrodrenagem urbana para tentar minimizar os processos de enchentes, inundação e alagamento com a implementação de reservatórios de amortecimento (popularmente conhecidos como piscinões).

Ao comparar as redes de drenagem de 1930 e 2020, nota-se que as obras de retificação do Rio Tietê, implicaram na incorporação de uma sub-bacia, aumentando a área de drenagem e territorial à bacia hidrográfica.

O desenvolvimento da pesquisa forneceu respostas para as questões que foram apresentadas no início do trabalho. As primeiras questões apresentadas foram: *“Por que o rio é tão sujo? Por que essa água suja chega em casa em todo dia que chove? Por que todo mundo perde alguma coisa depois da chuva? O rio sempre foi assim?”*. Como vimos, a poluição do rio é resultante do avanço do processo de urbanização, pois geralmente a infraestrutura urbana não caminha na mesma velocidade, não havendo tratamento adequado dos resíduos e descarte do esgoto doméstico e industrial nos corpos d’água. A *“água suja que chega em casa”* é consequência de alguns fatores, tais como a retificação, tamponamento dos rios e córregos, pouca ou ausência de áreas de infiltração que acaba agravando o escoamento superficial e a morfologia dos rios e córregos, que foram drasticamente modificados em função da instalação dos loteamentos e arruamentos.

Por fim, a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa atendeu os objetivos gerais e específicos, pois propiciou dimensionar o impacto direto e indireto das ações antrópicas no meio físico.

¹⁴ Para saber mais: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/?s=tiete>

¹⁵ Para saber mais: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/tag/novo-rio-pinheiros/>

Ao analisar os gráficos e os mapas de Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação Hidromorfológicas de 2020, nota-se que a BHRA possui algumas poucas áreas semi-preservedas que possuem um baixo ou inexistente nível de perturbação. Tais áreas são extremamente importantes para o equilíbrio hidrodinâmico sendo necessária sua preservação.

Nesse sentido, vale destacar a ação positiva da Prefeitura de São Paulo, ao apresentar proposta de criação do “Parque Natural Municipal Cabeceiras do Aricanduva¹⁶”. Identificamos como muito alto nível de perturbação das habitações precárias (favelas e comunidades autoconstruídas), tais áreas devem ser utilizadas para interesse social para habitação dessas famílias e com áreas permeáveis.

As pesquisas com ênfase em Geomorfologia Antropogênica e os estudos de unidades morfológicas complexas, podem auxiliar na compreensão e mensuração das áreas pelo processo de urbanização, possibilitando a criação de novos modelos de planejamento ambiental e urbano, a fim de buscar o equilíbrio entre sociedade e natureza.

Por fim, a Prof. Dra. Lilian Coltrinari, nos conforta e nos encoraja para continuarmos o desenvolvimento de pesquisas voltadas para os estudos ambientais e geomorfológicos...

“Afinal de contas é bom não esquecer, parafraseando Lacoste (1993), que a geomorfologia serve – entre outras coisas – para cuidar da Terra...” (COLTRINARI, 1997, p. 46).

¹⁶ Para saber mais: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/noticias/?p=317712

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB`SABER, A. N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. (Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo). São Paulo. 1957, 219.
- AMARAL, R; RIBEIRO, R. R. **Inundações e enchentes**. In:__; TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J. Desastres Naturais: conhecer para prevenir. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- ANDRADE, M. M. de **Bairros além-Tamanduateí: o imigrante e a fábrica no Brás, Mooca e Belezinho**. (Tese de Doutorado Departamento de Geografia, FFLCH – USP) São Paulo, 1991, 275p.
- AZEVEDO, A. **A cidade de São Paulo: estudos geográficos**. 2º ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 1953, 4vol, 1156p.
- BERTRAND, J. C. **A paisagem e a geografia: Um novo encontro? A emergência da paisagem e a nova cultura do território**. In: Org. PASSOS, M. M. Uma geografia transversal e de travessias. Editora Massoni, Maringá, PR, 2007, p. 286-298).
- CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Edgar Blucher, São Paulo, 2ª ed.,1980, 188p.
- CONTI, J. B. A Metrópole do Trópico Úmido. In: Ana Fani Alessandri Carlos; Ariovaldo Umbelino de Oliveira. (Org.). Geografia de São Paulo - Representação e Crise da Metrópole. São Paulo: CONTEXTO, 2004, v. 1, p. 157-170.
- CARDIM, R. **Antes dos portugueses, SP teve floresta tropical, cerrado e mini-Pantanal**. BBC NEWS BRASIL, Brasília, 24 de Fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43148025>

- CLARO, Mariana Sgarbi. **Unidades Morfológicas Complexas na bacia hidrográfica do Córrego da Tapera, São Paulo, SP**: contribuições ao planejamento urbano e ambiental. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- COLTRINARI, L. Geomorfologia e mudanças globais: algumas considerações. São Paulo: FFCHL/USP. **Revista do Departamento de Geografia, nº 11**, São Paulo, 1997, p. 41-48.
- COLTRINARI, L. **A urbanização na bacia sedimentar de São Paulo**: Itaim Paulista e Itaquera. In: A.F.A. Carlos; A.U. Oliveira. (Org.). Geografias das Metrôpoles. 1ed.São Paulo: Contexto, 2006, v. 3, p. 167-180.
- CORREA, R. L. **O Espaço Urbano**. Editora Ática, Série Princípios, 3a. edição, n.174, 1995. p. 1-16.
- CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T; WEBB, E. J; MORATH, D. **Social Vulnerability to Climate Variability Hazards: A Review of the Literature**. Columbia. Hazards and Vulnerability Research Institute. Department of Geography. University of South Carolina. 2009.
- CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**. 01 outubro 2012. <Disponível em: <http://https://doi.org/10.4000/rccs.165>>
- DELI, F. R. **Da Fazenda Caguaçu à Área de Proteção Ambiental**: a APA do Carmo no cerne da zona leste paulistana. Dissertação (mestrado). Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2010.
- DICK, M. V. de P. do A. A língua de São Paulo. **Revista USP, [S. l.]**, n. 63, p. 36-63, 2004. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13366>. (Acesso em: 22 nov. 2020).

- DOUGLAS, I. **The Urban environmental**. Edward Arnold, London, 1983, 229 p.
- DUTENKEFER, E. Mapa topográfico do Sara Brasil (1930) sobreposto às imagens atuais de satélite do Google Earth. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 156 - 159, 2015.
- FURLAN, S. A. **Paisagens sustentáveis: São Paulo e sua cobertura vegetal**. In: Ana Fani Alexandre Carlos; Ariovaldo Umbelino de Oliveira. (Org.). *Geografias de São Paulo: a metrópole do século XXI*. 1ed. São Paulo: Editora Contexto, 2004, v. 2, p. 255-283.
- GOUDIE, A **The nature of the environment: an advanced physical geography**, B. Blackwell, Oxford, 1984, 331 p.
- GOUDIE, A. **The human Impact n the Natural Environment**, MIT Press, Cambridge, 4ª ed., 1994, 338p.
- GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6. ed. [Rio de Janeiro]: Bertrand Brasil, 2008.
- GREGORY, K. J. **A natureza da Geografia Física**. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1992, 367 p.
- HOOKE, J. M.; KAIN, R. J. P. *Historical change in the physical environment: a guide to sources and techniques*. London: Butterworth Scientific, 1982. 236 p.
- JARDIM, C.H. *Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas*. Tese (doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- JASIEWICZ, J. & STEPINSKI, T. F. *Geomorphons a Pattern Recognition Approach to Classification and Mapping of Landforms*. *Geomorphology*, v. 182, p. 147–156, 2013. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.11.005

- LIMA, E. C. D. **O levantamento pioneiro da Sara Brasil: histórico, tecnologia empregada e avaliação dos produtos.** 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica - USP. São Paulo. 2013.
- SILVEIRA, A; LUPINACCI, C. M. **Contribuições da cartografia geomorfológica de detalhe para o planejamento urbano.** In: SIMON, A.L.H; LUPINACCI, C.M. A Cartografia Geomorfológica como Instrumento para o Planejamento. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 2019.
- LUZ, R. A. **Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do Rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização.** Tese (Doutorado em Geografia Física), DG-FFLCH-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MENDES, R. S. **Os bairros da zona norte e os bairros orientais.** In: AZEVEDO, A. E. (org). A cidade de São Paulo: estudos de geografia urbana. São Paulo, Nacional, 1958, vol. III.
- MENDONÇA, F. de A. Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos: a contingência climática. Mercator, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153 a 163, jan. 2011. ISSN 1984-2201. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/538>>.
- MERCADO, L. P. L. Pesquisa qualitativa on-line utilizando a etnografia virtual. **Revista Teias**, v. 13, n. 30, p. 167-181, set./dez. 2012.
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. A cidade de São Paulo e seus rios: uma história repleta de paradoxos, **Confins** (on line), 27, 2016.
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo.** Tese (Doutorado em Geografia Física), DG-FFLCH-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, 363p.

- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. Mudanças morfológicas e efeitos hidrodinâmicos do processo de urbanização na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí - Região Metropolitana de São Paulo. In: **Revista do Departamento de Geografia n°27**, São Paulo, 2017.
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; ROSS, J. L. S. Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 37, p. 123-136, 2019. DOI: 10.11606/rdg.v37i0.151030. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/151030>.
- NIR, D. Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology. Ketem Pub. House, Jerusalém, 1983. 184p
- NAKAMURA, E. T; MANFREDINI, S. Mapeamento das Áreas Suscetíveis às Enxurradas na Bacia do Córrego Taboão, Município de São Paulo. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5411-5418. Disponível em: <http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.19.39.45/doc/5411-5418.pdf>
- ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R.; LAURENT, F. Compartimentação do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, através do uso de Geomorphons obtidos em Classificação Topográfica Automatizada. **Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)**, v. 17, n. 2, São Paulo, 2016, p. 287 – 298.
- ROBAINA, L.E.S; TRENTIN, R.; CRISTO, S. S. V.; SCCOTI, A. A. V. Application of the geomorphons to the landform classification in Tocantins state, Brazil. *Revista Ra'e Ga*, v. 41 Temático de Geomorfologia, 37-48, 2017. DOI: 10.5380/raega. V41i0.48724
- RODRIGUES, C. Atributos ambientais no ordenamento territorial urbano: o exemplo das planícies fluviais na metrópole de São Paulo. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 2, p. 325-348, ago. 2015. ISSN 2179-0892.

- RODRIGUES, C; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; LUZ, R [et al]. Diagnóstico dos recursos hídricos. In Cavicchioli, A. (Coord.) **Relatório Diagnóstico do Meio Físico: documento elaborado conforme especificação do Termo de Referência para Elaboração do Plano de Manejo APA Várzea do Rio Tietê, sob contrato nº 7102.0000344.10.2 – Vol. II.** São Paulo: Escola de Artes e Ciências Humanas – EACH, 2011.
- RODRIGUES, C. & COLTRINARI, L. **Geoinicators of urbanization effects in humid tropical environment:** São Paulo (Brazil) Metropolitan Area. 32 International Geological Congress, Florença, 2004.
- RODRIGUES, C.; VIEIRA, B. C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA [et al]. Diagnostico setorial – Geomorfologia Fluvial e Recursos Hídricos – dos Parques Naturais Municipais: Embu e Itapeverica da Serra. São Paulo: DG/FFLCH.
- RODRIGUES, C. Avaliação do impacto da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo. in **Revista do Departamento de Geografia nº20**, São Paulo, 2010.
- RODRIGUES, C. Avaliação do Impacto Humano da Urbanização em Sistemas Hidro-Geomorfológicos. Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia na Grande São Paulo. In: **Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Belo Horizonte, 2008. 18p.
- RODRIGUES, C. Sistemas Geomorfológicos e o Impacto da urbanização na Metrópole de São Paulo, **Guia de Excursão, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, São Paulo, 2006. 15p.
- RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. In: **Revista do Departamento de Geografia n. 17**, São Paulo, 2005, p.101-111.

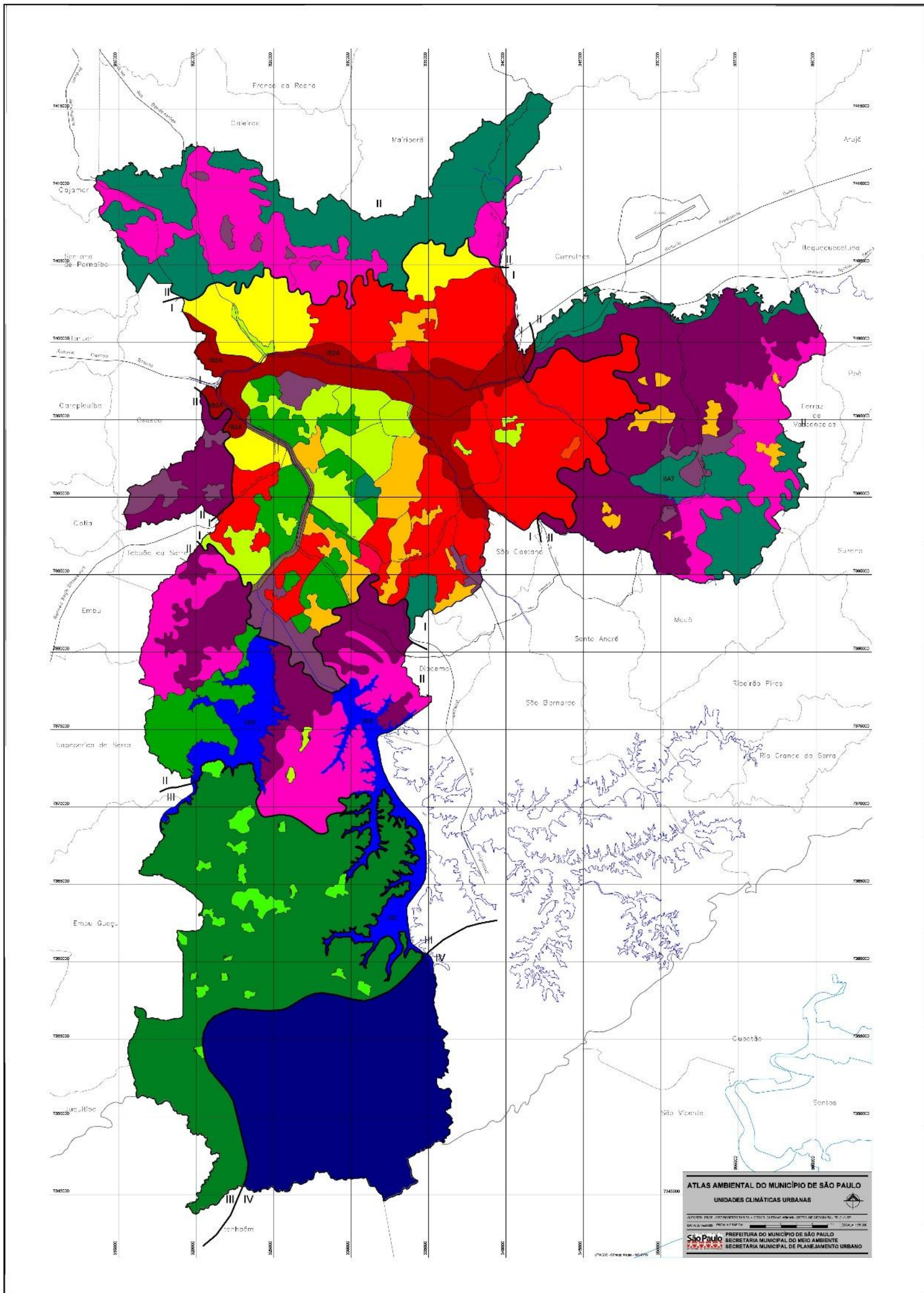
- RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: CARLOS, A. F. A. e OLIVEIRA, A. U. (org) Geografias de São Paulo: Representações e crise da metrópole, vol.1, Ed. Contexto, São Paulo, 2004. p. 89-114.
- RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros.** (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1997. 280p.
- RODRIGUES, C. et al. Geomorfologia urbana histórica para avaliação de forçantes naturais e antrópicas na variabilidade da magnitude, frequência e das tendências espaciais de eventos de inundações em São Paulo. **Environnement et géomatique: approches comparées France-Brésil**, Rennes, 12-15 nov. 2014.
- RODRIGUES, C. **Documentos Geográficos:** Arquivos de Fotos Aéreas como Opção de pesquisa. *Memória e Energia*, São Paulo, 2001, v. 1, n. 28, p. 26-41
- RODRIGUES, C. On antropogeomorphology. in: Anais da Regional **Conference on Geomorphology**, Rio de Janeiro, 1999. p. 100-110.
- ROLNIK, Raquel; FRÚGOLI JR, Heitor. Reestruturação urbana da metrópole paulistana: a Zona Leste como território de rupturas e permanências. **Cadernos MetrÓpole**, n. 6, São Paulo, 2001, p. 43-66.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto, 1990. 85p.
- _____. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, FFLCH/USP*, n.6, p.17-29, 1992.
- _____. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, FFLCH/USP*, n.8, p.63-74, 1994.
- _____. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, FFLCH/USP*, n.9, p.65-75, 1995.

- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 10, p. 41-58, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1996.0010.0004. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703>.
- ROSS, J. L. S. & DEL PRETTE, M. E. Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e Gestão Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH/USP. Nº 12, 1998.
- SÃO PAULO, Prefeitura de. **Bairro de Aricanduva**. São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/cultura/bibliotecas/bibliotecas_bairro/bibliotecas_m_z/miltonsantos/index.php?p=3784> Acessado em: novembro de 2021.
- SÃO PAULO, Prefeitura de. **Dados demográficos dos distritos pertencentes às Subprefeituras**. São Paulo, 2016. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados_demograficos/index.php?p=12758 Acessado em: abril de 2019.
- SÃO PAULO, Prefeitura de. **Histórico**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/aricanduva/historico/index.php?p=35>>. Acessado em: novembro de 2021.
- SAVIGEAR, R. A. G. A technique of morphological mapping. *Annals Ass. American Geographers*, 55, 1965, p. 514-538.
- SILVEIRA, C. T. et al. Classificação automatizada de elementos do relevo no estado do Paraná (Brasil) por meio da aplicação da proposta dos geomorphons. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. (Online), v.19, n.1, São Paulo, 2018, p.33-57
- SIMAS, I. T. H. **Análise retrospectiva de episódios de inundações na Bacia Hidrográfica de Rio Aricanduva - São Paulo**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) -

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

- SOUZA, M. J. L. de. **O ABC do desenvolvimento urbano**. Rio de Janeiro, 2005. [2ª Ed.].
- SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia, **Revista Terra Livre**, n.17, São Paulo, 2001, p.11-24.
- TARIFA, J. R. & ARMANI, G. Os climas "naturais". **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. Tradução. São Paulo: FFLCH-USP, 2001.
- VEYRET, Y. **Os riscos**. O homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo. Contexto, 2007.

Anexo II - Unidades Climática Urbana do município de São Paulo



ATLAS AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
UNIDADES CLIMÁTICAS URBANAS

UNIDADE CLIMÁTICA	CÓDIGO	ÁREA (km²)		POPULAÇÃO		DENSIDADE	
		ÁREA	POP.	DENS.	POP./km²		
UNIDADE CLIMÁTICA I	01	120	1.200.000	10	10.000		
UNIDADE CLIMÁTICA II	02	150	1.500.000	10	10.000		
UNIDADE CLIMÁTICA III	03	180	1.800.000	10	10.000		
UNIDADE CLIMÁTICA IV	04	200	2.000.000	10	10.000		

UNIDADE CLIMÁTICA	CÓDIGO	ÁREA (km²)		POPULAÇÃO		DENSIDADE	
		ÁREA	POP.	DENS.	POP./km²		
UNIDADE CLIMÁTICA I	01	120	1.200.000	10	10.000		
UNIDADE CLIMÁTICA II	02	150	1.500.000	10	10.000		
UNIDADE CLIMÁTICA III	03	180	1.800.000	10	10.000		
UNIDADE CLIMÁTICA IV	04	200	2.000.000	10	10.000		