

Relatório Final

Direito à Cidade e Habitação

**A DIMENSÃO AMBIENTAL E AS INFRAESTRUTURAS NA
URBANIZAÇÃO DE FAVELAS: Concepções de projeto, formas de
produção das redes e especificidades dos assentamentos precários**

São Paulo – SP

Luciana Nicolau Ferrara (coord)

Melissa Cristina Pereira Graciosa

Érica Cristine Medeiros Machado

Ellen Emerich Carulli

Gustavo Oliveira da Silva Santos

José Donato da Silva

Lyssandra Almeida Leite

Rosana Denaldi



A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: Concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários.

São Paulo – SP

RELATÓRIO FINAL

2022

Equipe Responsável:

Coordenação Nacional Geral da Pesquisa

Adauto Cardoso

Coordenação da rede de pesquisa

Luciana Nicolau Ferrara

Equipe da pesquisa

Luciana N. Ferrara - Profa. BPT e PGT

Melissa Graciosa - Profa. EAU

Érica Machado - Pós-doutorado

Rosana Denaldi - Profa. BPT e PGT

Ellen Emerich Carulli - Mestranda PGT

José Donato da Silva - Mestre PGT

Lyssandra Almeida Leite - Graduação EAU

Gustavo Oliveira da Silva Santos - Graduação EAU

APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados da pesquisa desenvolvida pelo núcleo UFABC no âmbito da rede “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários”.

A rede de pesquisa foi composta por 37 pesquisadores de cinco universidades federais (Universidade Federal do ABC - UFABC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Universidade Federal do Pará - UFPA, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG e Universidade Federal de Pernambuco - UFPE), e teve como objetivos identificar, tipificar e avaliar criticamente projetos e obras de urbanização de favelas que foram objeto do Programa de Aceleração do Crescimento – Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP), e nos quais o manejo de águas pluviais e a drenagem urbana foram centrais e estruturadores da intervenção.

No núcleo UFABC foram confrontadas e analisadas diferentes soluções a partir de dois projetos localizados na cidade de São Paulo: o projeto PAC Drenagem da bacia do Córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia, intervenção viária e de macrodrenagem que afeta assentamentos precários, e o projeto do PAC Urbanização da favela do Sapé, que intervém sobre uma favela e córrego adjacente; com o objetivo de responder as seguintes questões: Apesar de as obras terem pontos de partida com objetivos diferentes, as concepções de projeto de drenagem foram semelhantes? Quais foram seus resultados em relação à solução da drenagem bem como suas interfaces com a solução habitacional e qualificação ambiental da localidade e bacia onde estão localizados? Ainda que esta análise privilegie a dimensão projetual e técnica, esses projetos fornecem elementos para uma reflexão crítica sobre a forma como a dimensão ambiental tem sido incorporada aos projetos de urbanização de favelas, suas contradições, conflitos e potencialidades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das favelas do município de São Paulo e hidrografia.....	10
Figura 2. Localização do Bacia da Ponte Baixa no Município de São Paulo.	13
Figura 3. Bacia do Ponte Baixa e intervenção no Jardim Letícia (área de interesse).	14
Figura 4. Histórico de ocupação da Bacia do Ponte Baixa.....	15
Figura 5. Histórico de ocupação da área de intervenção do Jardim Letícia.....	16
Figura 6. Hidrografia e principais cursos d'água da bacia do Ponte Baixa.....	17
Figura 7. Curvas de nível, Hipsometria e Declividade da bacia da Ponte Baixa.....	18
Figura 8. Vegetação presente na bacia do Ponte Baixa.....	19
Figura 9. Áreas de preservação permanente (APP) na Bacia do Ponte Baixa.....	20
Figura 10. Uso predominante do solo local na bacia do Ponte Baixa.....	21
Figura 11. Assentamentos precários e moradia na Bacia do Ponte Baixa.....	22
Figura 12. Mapa de cheios e vazios da Bacia da Ponte Baixa.....	23
Figura 13. Riscos geológicos presentes na Bacia do Ponte Baixa.....	24
Figura 14. Equipamentos urbanos e Serviço de iluminação pública na Bacia do Ponte Baixa.....	25
Figura 15. Infraestrutura de esgotamento sanitário na Bacia do Ponte Baixa.....	26
Figura 16. Porcentagem de domicílios com esgoto a céu aberto na Bacia do Ponte Baixa.....	27
Figura 17. Porcentagem de domicílios com lixo no logradouro na Bacia do Ponte Baixa.....	28
Figura 18. Porcentagem de domicílios sem presença de microdrenagem (bueiro/boca-de-lobo e meio-fio/guia) na Bacia do Ponte Baixa.....	29
Figura 19. Macroáreas presentes na Bacia do Ponte Baixa.....	30
Figura 20. Zoneamento da Bacia da Ponte Baixa.....	31
Figura 21. Zonas especiais de interesse social (ZEIS) na Bacia do Ponte Baixa.....	32
Figura 22. Densidade populacional (hab/ha) por setor censitário da Bacia do Ponte Baixa.....	33
Figura 23. Densidade habitacional/domiciliar (dom/ha) por setor censitário da Bacia do Ponte Baixa.....	34
Figura 24. Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) na Bacia do Ponte Baixa.....	35
Figura 25. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHm) da Bacia do Ponte Baixa.....	36
Figura 26. Renda Média Mensal por responsável da bacia do Ponte Baixa.....	37
Figura 27. Localização da Bacia do Córrego do Sapé.....	38
Figura 28. Evolução histórica de ocupação na Bacia do Sape.....	39
Figura 29. Área de intervenção do PAC-UAP Favela do Sapé.....	40
Figura 30. Mapa de tipologia do canal da Bacia do Sapé.....	41
Figura 31. Mapa de declividade da Bacia do Sapé.....	42
Figura 32. Mapa de Vegetação da Bacia do Sapé.....	43
Figura 33. Mapa de áreas de risco da Bacia do Sapé.....	44
Figura 34. Evolução histórica da ocupação na Favela do Sapé.....	45
Figura 35. Aspectos urbanos no entorno da área de intervenção na Favela do Sapé.....	46
Figura 36. Zoneamento da Bacia do Sapé.....	47
Figura 37. Mapa de cheios e vazios da Bacia do Sapé.....	48
Figura 38. Assentamentos precários da Bacia do Sapé.....	49
Figura 39. Densidade populacional na Bacia do Sapé.....	50
Figura 40. Vulnerabilidade social na Favela do Sapé.....	51
Figura 41. Esgotamento sanitário na Favela do Sapé.....	52
Figura 42. Sub-bacias da Bacia do Ponte Baixa.....	58
Figura 43. Hidrograma do exutório da Bacia do Ponte Baixa.....	64
Figura 44. Seções de simulação da modelagem no HEC-RAS na Bacia do Ponte Baixa.....	66
Figura 45. Pontos de interesse e sub-bacias da modelagem hidrológica da Bacia do Sapé.....	68
Figura 46. Valores de CN da modelagem hidrológica da Bacia do Sapé.....	69
Figura 47. Hidrograma do exutório da Bacia do Sapé.....	70
Figura 48. Linhas d'água simuladas do Córrego do Sapé.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Chuvas de projeto utilizadas na modelagem hidráulica.....	58
Tabela 2. Distribuição das chuvas de projeto utilizando Huff 1ºQuartil.....	59
Tabela 3. CN por sub-bacia da bacia do Ponte Baixa.....	59
Tabela 4. Parâmetros utilizados para determinação do LAG Time de cada sub-bacia do Ponte Baixa.	60
Tabela 5. Parâmetros definidos para cada trecho na propagação da onda de cheia na Bacia do Ponte Baixa.....	60
Tabela 6. Características da seção no N14 da Bacia do Ponte Baixa.....	61
Tabela 7. Datas e horários dos eventos considerados para calibração da simulação hidrológica da Bacia do Ponte Baixa.....	61
Tabela 8. Média dos parâmetros calibrados para as sub-bacias e trechos de canais definidos a montante do N14 da Bacia do Ponte Baixa.....	62
Tabela 9. Vazões máximas observadas nos nós de simulação (com parâmetros calibrados) da Bacia do Ponte Baixa.....	63
Tabela 10. Verificação hidráulica preliminar dos pontos a jusante dos trechos de canal da Bacia do Ponte Baixa.....	64
Tabela 11. Altura da linha d'água a montante, como condição de contorno, na Bacia do Ponte Baixa.....	66
Tabela 12. Dados utilizados para a simulação hidráulica em cada seção da Bacia do Ponte Baixa.....	67
Tabela 13. Parâmetros da modelagem hidrológica da Bacia do Sapé.....	69

Sumário

APRESENTAÇÃO	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	6
INTRODUÇÃO.....	8
PARTE I ANÁLISE TERRITORIAL INTEGRADA URBANA E AMBIENTAL	11
1.1 Metodologia de análise e Componentes analisados.....	11
1.2. Bacia do Ponte Baixa	12
1.2.1 <i>Localização e definição da bacia hidrográfica</i>	12
1.2.2 <i>Aspectos físicos e naturais</i>	17
1.2.3 <i>Aspectos urbanos</i>	20
1.2.4 <i>Aspectos socioeconômicos</i>	33
1.3. Bacia do Sapé	37
1.3.1 <i>Localização e definição da bacia hidrográfica</i>	37
1.3.2 <i>Aspectos físicos e naturais</i>	40
1.3.3 <i>Aspectos urbanos</i>	45
1.3.4 <i>Aspectos socioeconômicos</i>	49
PARTE II ANÁLISE DO COMPONENTE DA DRENAGEM	53
2.1. Modelagem hidrológica.....	53
2.2. Modelagem Hidráulica	56
2.3. Bacia do Ponte Baixa	57
2.4. Bacia do Sapé	67
PARTE III ANÁLISE CRÍTICA E COMPARATIVA DA CONCEPÇÃO DOS PROJETOS	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

INTRODUÇÃO

Moradia precária é parte do ambiente urbano formado por natureza socialmente produzida, humana e não humana, um conjunto híbrido (SWYNGEDOUW, 2001) engendrado por dinâmicas da urbanização capitalista. Como resultado da urbanização desigual, as vulnerabilidades sociais estão associadas às vulnerabilidades ambientais, devendo ser compreendidas como um mesmo processo, e seguir como pauta de luta conjunta. Discutir a dimensão ambiental em assentamentos precários significa entender que a degradação ambiental é resultante de relações desiguais de poder (LEFF, 2021) no jogo complexo de produção do espaço urbano, em que há também a degradação social. Esses territórios de vulnerabilidades derivam de processos de espoliação urbana (KOWARICK, 1979) e de espoliação imobiliária (PEREIRA, 2016).

A perspectiva da ecologia política entende a cidade como produção de uma sacionatureza em que transformações ecológicas e sociais interagem e são mediadas por conflitos e contradições que ocorrem na disputa pelos espaços urbanos e no sentido que a cidade assume, sendo a produção do espaço, cada vez mais, instrumentalizada para a reprodução do capital, ao mesmo tempo em que é o lugar de reprodução da vida. Nesse sentido, ao analisarmos as formas de ocupação dos assentamentos precários, não é suficiente abordar os impactos socioambientais apenas de forma localizada, mas contextualizá-los no processo de urbanização como totalidade.

Nesta pesquisa enfatizamos a relação entre moradia, assentamentos precários e corpos d'água como parte da sacionatureza urbana. Essa relação se evidencia, primeiro, no descompasso entre a necessidade do acesso à terra pela população de baixa renda, e a consequente ocupação de áreas ambientalmente protegidas ou impróprias à edificação, e nas ausências ou insuficiências de infraestruturas urbanas no contexto de precariedade. E, no momento da ação pública para a urbanização de favela, essa relação se evidencia por meio de decisões técnicas, econômicas e políticas para intervir nos corpos d'água, a partir de conhecimentos e práticas de engenharia adotadas em geral, e nos assentamentos precários em particular.

A pesquisa objetivou analisar de que forma as intervenções em drenagem têm sido realizadas no período recente e suas interfaces com a urbanização de assentamentos precários, particularmente as intervenções financiadas pelo PAC UAP, a partir de 2007. Para isso, confrontou e analisou diferentes soluções a partir de dois projetos com pontos de partidas e objetivos distintos: o chamado projeto PAC Drenagem da sub-bacia do Córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia, intervenção viária e de macrodrenagem que remove assentamentos precários, e o projeto do PAC Urbanização da favela do Sapé, que intervém sobre uma favela, ambos localizados em São Paulo.

As questões que se pretendiam responder foram: Apesar de as obras terem pontos de partida com objetivos diferentes, as concepções de projeto de drenagem foram semelhantes? Quais são seus

resultados em relação à solução da drenagem bem como suas interfaces com a solução habitacional e qualificação ambiental da localidade e bacia onde estão localizados? Ainda que esta análise privilegie a dimensão projetual e técnica, esses projetos fornecem elementos para uma reflexão crítica sobre a forma como a dimensão ambiental tem sido incorporada aos projetos de urbanização de favelas, suas contradições, conflitos e potencialidades.

Ao olhar para a hidrografia paulistana é notável a predominância de canais abertos e/ou naturais, representando, respectivamente, entre 5% e 76% do total de extensão dos corpos hídricos, possuindo somente 18% de canais em galeria fechada (FCTH, 2015). Nesses 81,5% correspondentes aos canais naturais ou abertos, há a presença de 699 favelas (Figura 1) com cerca de 229.964 domicílios - representando 41% do total de favelas (1.724) e 59% do total de domicílios em favelas (391.122) existentes no município (SEHAB, 2016).

Para a população, em geral, a relação com os córregos não é positiva, justamente porque apresentam poluição, mal cheiro, insetos e outros animais transmissores de doenças, o que torna esses espaços ainda mais distantes de modos de apropriação e convivência. Nesse contexto, as intervenções de drenagem urbana assumem centralidade na urbanização de favelas, não apenas como parte das infraestruturas de saneamento e como elemento necessário ao controle de inundações, mas também como meio para a mitigação de áreas de risco e como possibilidade de criação de espaços coletivos.

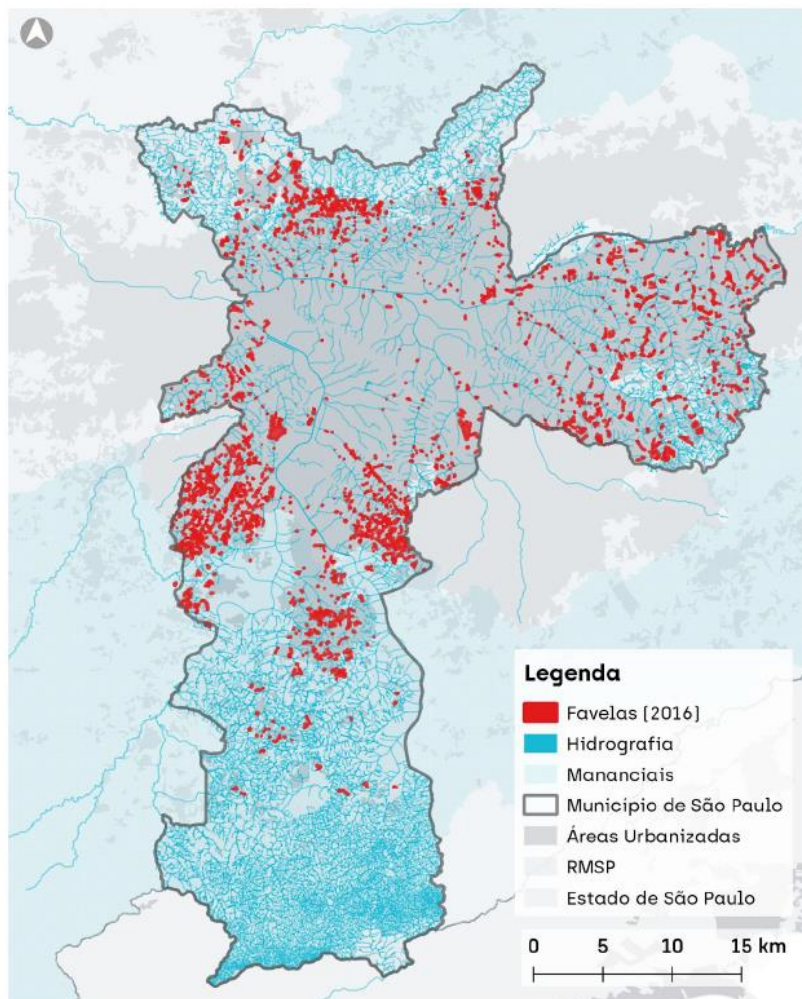
De acordo com o Panorama do Saneamento Básico no Brasil (2014), nas áreas urbanas, há uma desigualdade no acesso aos diferentes serviços de saneamento, sendo que o esgotamento sanitário e a drenagem urbana estão em pior situação quando comparados com os indicadores de abastecimento de água, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. A qualidade e a oferta das infraestruturas de esgoto e de drenagem afetam as áreas urbanas como um todo e estão relacionadas com as características sociais e geográficas de ocupação das bacias hidrográficas, bem como, são consequência de práticas e técnicas utilizadas pelas prestadoras de serviços orientadas por racionalidades econômicas que, nem sempre, respondem às necessidades sociais.

Na urbanização de favelas, a solução de infraestrutura, além da qualificação da moradia, é essencial para que se melhore o assentamento do ponto de vista urbano e ambiental, sendo que as especificidades do padrão da ocupação precária demandam soluções técnicas específicas de acordo com cada caso (FERRARA et al., 2019). Essa especificidade não é algo trivial, e a depender das soluções adotadas para a implementação de infraestruturas, novos conflitos e impactos podem ser gerados, especialmente, porque as intervenções recentes e de grande porte têm implicado em número elevado de remoção de moradias (CARDOSO e DENALDI, 2018), o que demanda maiores investimentos para aquisição de terreno e construções e assistência social das famílias.

De modo geral, as práticas em saneamento, principalmente, as intervenções em drenagem, ainda não incorporam em totalidade as premissas da Drenagem Moderna - com destaque para o

princípio de reservação e o princípio da descentralização das soluções. Adicionalmente, as soluções tendem a ser estruturais - soluções somente focadas em obras. Apesar da evolução de conhecimentos, tecnologias e técnicas que possibilitam avanços em relação aos métodos tradicionais, tecnicistas, higienistas e baseados em aumento da condutividade hidráulica da Drenagem Convencional (meados do século XIX com aplicação até hoje) para princípios da Drenagem Moderna (meados do séculos XX em processo de consolidação) pautado por reservação, vazão de restrição e tratamento e resolução do manejo de águas urbanas na própria bacia com soluções descentralizadas, incorporação de medidas não estruturais (TUCCI e PORTO, 1995; CANHOLI, 2005), a inovação e o debate sobre drenagem contemporânea tem sido pouco ou nada aplicada em urbanização de favelas.

Figura 1. Localização das favelas do município de São Paulo e hidrografia.



Fonte: Elaboração própria (2019) a partir de dados disponibilizados no portal Geosampa.

PARTE I | ANÁLISE TERRITORIAL INTEGRADA URBANA E AMBIENTAL

1.1 Metodologia de análise e Componentes analisados

A análise territorial integrada urbana e ambiental teve como objetivo contextualizar a área da intervenção dos dois estudos de caso em relação ao seu entorno construída a partir da espacialização e tabulação de dados secundários levantados no IBGE, Geosampa, Habitasampa e Fundação Seade.

Os componentes analisados envolvem a localização e definição da bacia hidrográfica, aspectos fisiográficos, aspectos urbanos e aspectos socioeconômicos. No Quadro 1 é apresentado o detalhamento do roteiro para levantamento de informações, que é comum aos dois estudos de caso, porém, passaram por adaptações em função dos dados disponíveis e das características geográficas e urbanas próprias de cada estudo.

Quadro 1. Componentes da análise territorial integrada urbana e ambiental

a) Localização e definição da bacia hidrográfica de estudo

a.1 Definição do limite da bacia hidrográfica a partir da topografia e hidrografia, com a localização da favela estudo de caso. Esse recorte territorial serviu de referência para a espacialização dos demais dados.

a.2. Levantamento temporal de fotos aéreas.

b) Aspectos físicos/naturais:

b.1. Hidrografia e delimitação de Áreas de Preservação Permanente - APPS.

b.2. Declividade.

b.3. Presença de vegetação e áreas verdes (identificação de corredores, manchas ou fragmentos).

c) Aspectos urbanos:

c.1. Uso do solo urbano.

c.2. Levantamento dos assentamentos precários, favelas e núcleos urbanizados na bacia ou bacia.

c.3. Áreas de risco de inundação ou deslizamento.

3d. Estruturação viária, quadras, lotes, construções. (Se possível, com padrão construtivo).

c.4. Presença e acesso aos equipamentos públicos (educação, saúde e cultura).

c.5 Presença, proximidade e acesso às infraestruturas de saneamento (rede de água, rede de esgoto, rede de drenagem e outras estruturas relevantes como por exemplo piscinões)

c.6. Informações referentes à legislação vigente:

- Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e demais zoneamentos urbanos e ambientais incidentes,
- Outras restrições ambientais de nível estadual ou federal pertinentes.

d) Aspectos socioeconômicos:

Características socioeconômicas da população residente na bacia e na favela específica:

d.1. Número de assentamentos

d.2 Número de domicílios

d.3. Número de residentes

d.4. Rendimento mensal do chefe de família

d.5. Outras variáveis como composição de sexo, idade e raça.

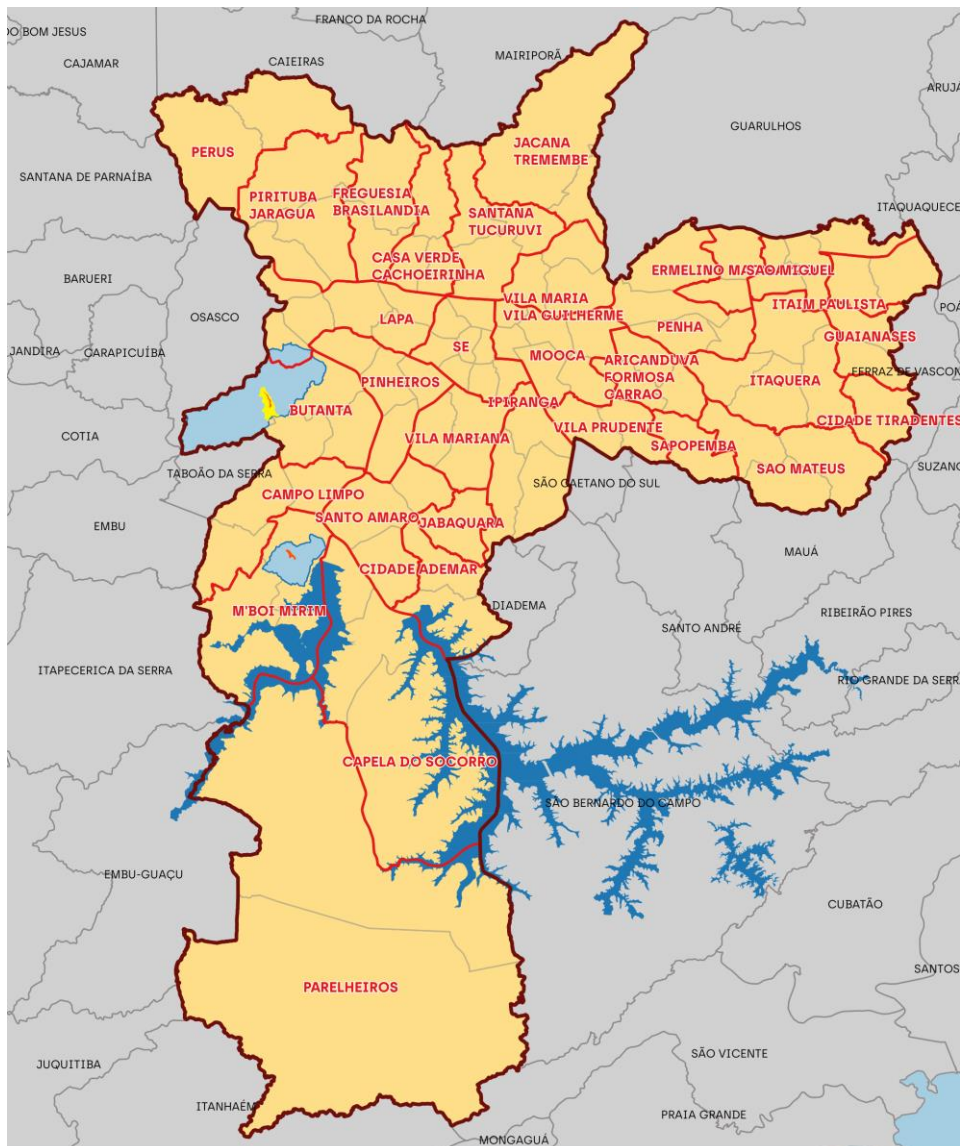
Elaboração: rede de pesquisa (2020).

1.2. Bacia do Ponte Baixa

1.2.1 Localização e definição da bacia hidrográfica

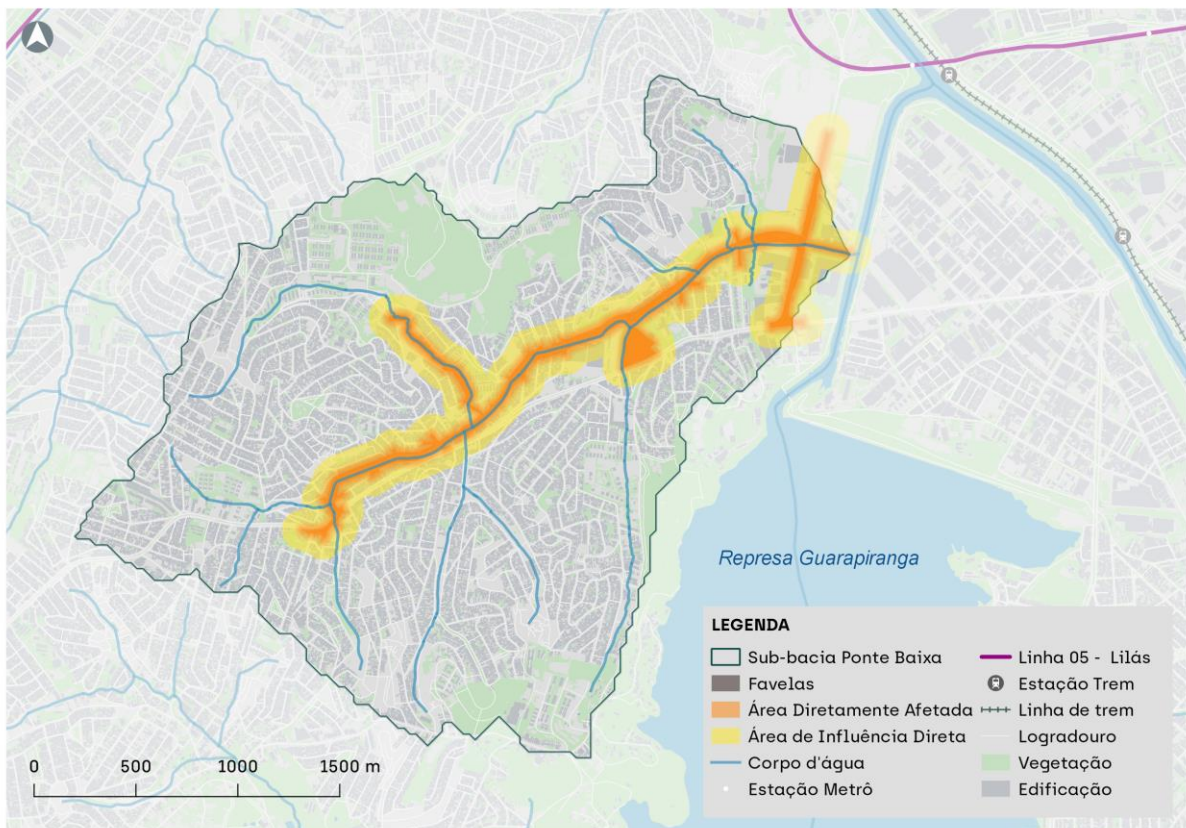
A bacia do Ponte Baixa está localizada ao sul do Município de São Paulo, compreendendo os distritos do Jardim São Luís e Jardim Ângela, ambos pertencentes à Subprefeitura do M'Boi Mirim (Figura 2). Faz parte da bacia do Rio Pinheiros, compondo a bacia do Alto Tietê, com área total de 673 ha. O principal curso d'água é o córrego que lhe atribui nome, o Córrego do Ponte Baixa, contribuinte para um canal a céu aberto que deságua na Represa Guarapiranga, um dos principais reservatórios de abastecimento e produção de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, 2009). Na Figura 3 tem-se a área de intervenção da canalização do córrego, bem como a do Jardim Letícia.

Figura 2. Localização do Bacia da Ponte Baixa no Município de São Paulo.



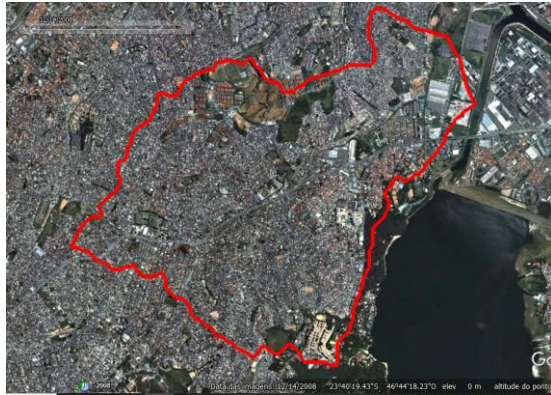
Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados disponibilizados do Geosampa (mapa base de 2004 a 2008).

Figura 3. Bacia do Ponte Baixa e intervenção no Jardim Letícia (área de interesse).



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados disponibilizados do Geosampa (mapa base de 2004 a 2008).

Com dados históricos de imagens de satélite obtidos do Google Earth, é possível observar o histórico de ocupação da bacia com imagens de satélites, no período de 2008 a 2018, caracterizada por ter predominância urbana e com uma alta densidade populacional e habitacional (Figura 4). Ainda, também é possível observar a intervenção específica realizada no Jardim Letícia (Figura 5), onde houve a remoção de parte da população que vivia na favela.



2008



2010



2012



2014



2016



2018

Figura 4. Histórico de ocupação da Bacia do Ponte Baixa.

Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Google Earth.



Dez. 2008



Dez. 2010



Set. 2014



Ago. 2015



Abr. 2016.



Jun. 2017



Nov. 2017.



Abr. 2019

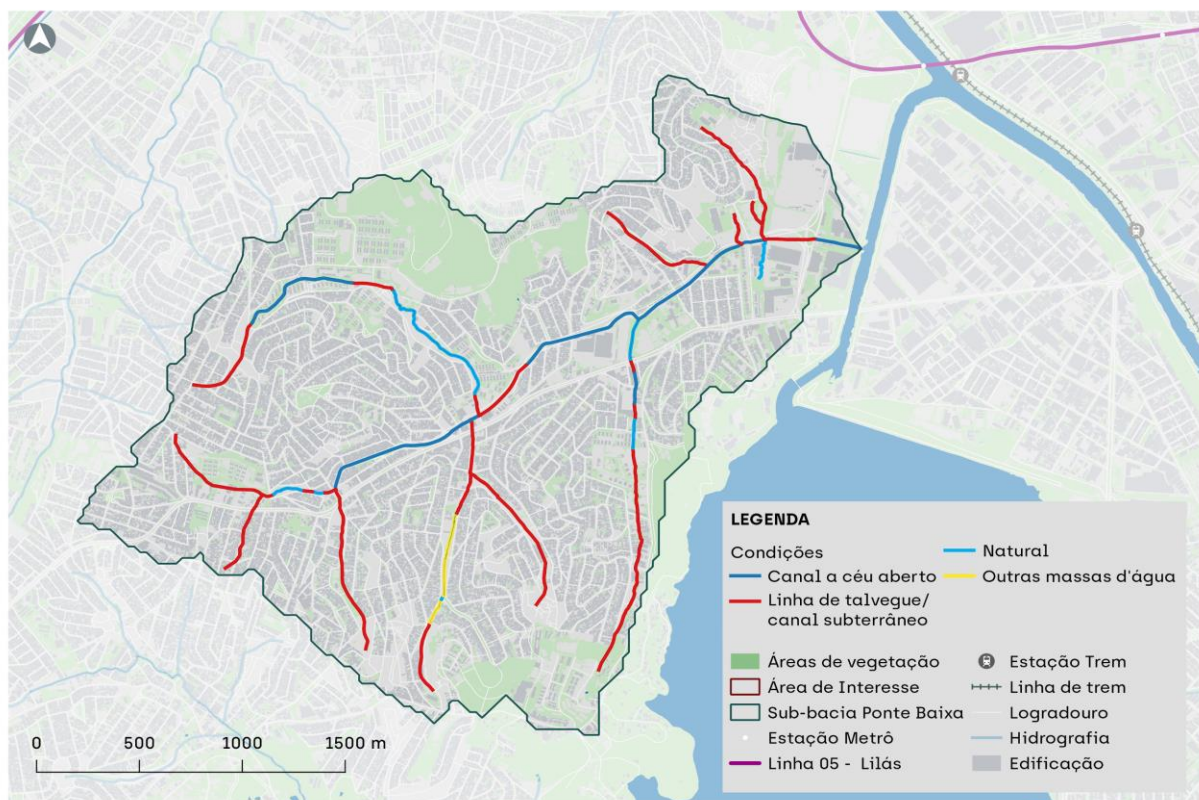
Figura 5. Histórico de ocupação da área de intervenção do Jardim Letícia.

Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Google Earth.

1.2.2 Aspectos físicos e naturais

De acordo com o supracitado, o principal curso d'água presente na bacia é o Córrego do Ponte Baixa, caracterizado como parte a céu aberto e parte como canal subterrâneo. Recebe a contribuição de alguns córregos sem denominação e do córrego Itapuquera, caracterizado dessa forma como de ordem 3. Considerando todos os cursos d'água, há a presença de linha de talvegue/canal subterrâneo (60%), canais a céu aberto (24%), córregos naturais (12%) e trechos em lagos, reservatórios com água permanente e outras massas d'água (Figura 6).

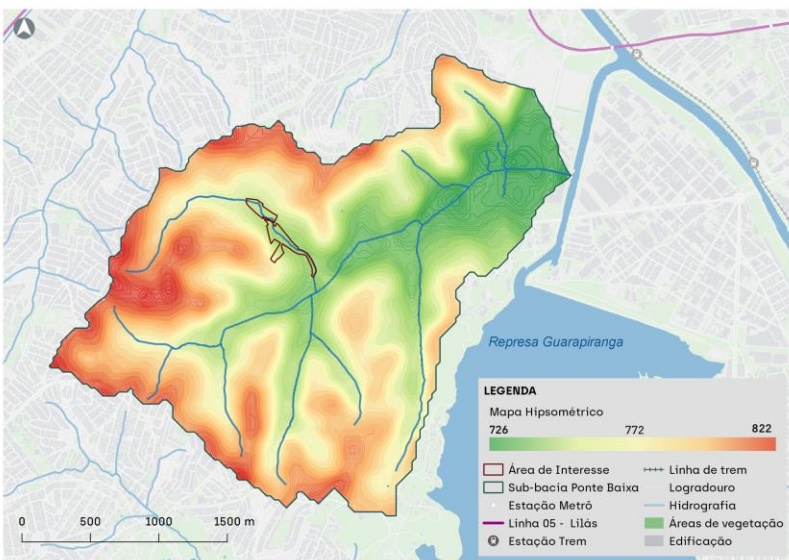
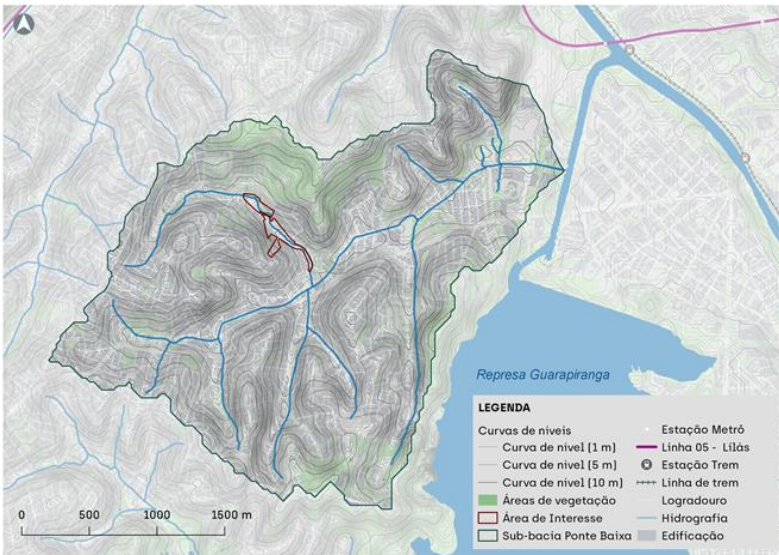
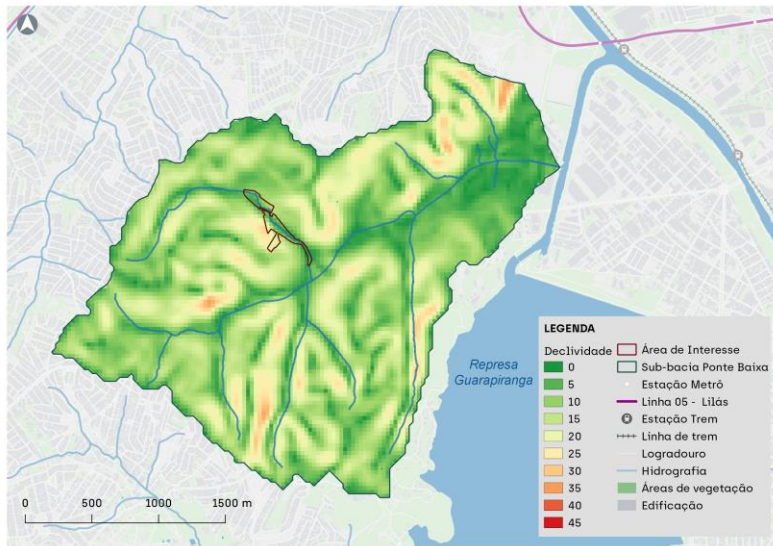
Figura 6. Hidrografia e principais cursos d'água da bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2015).

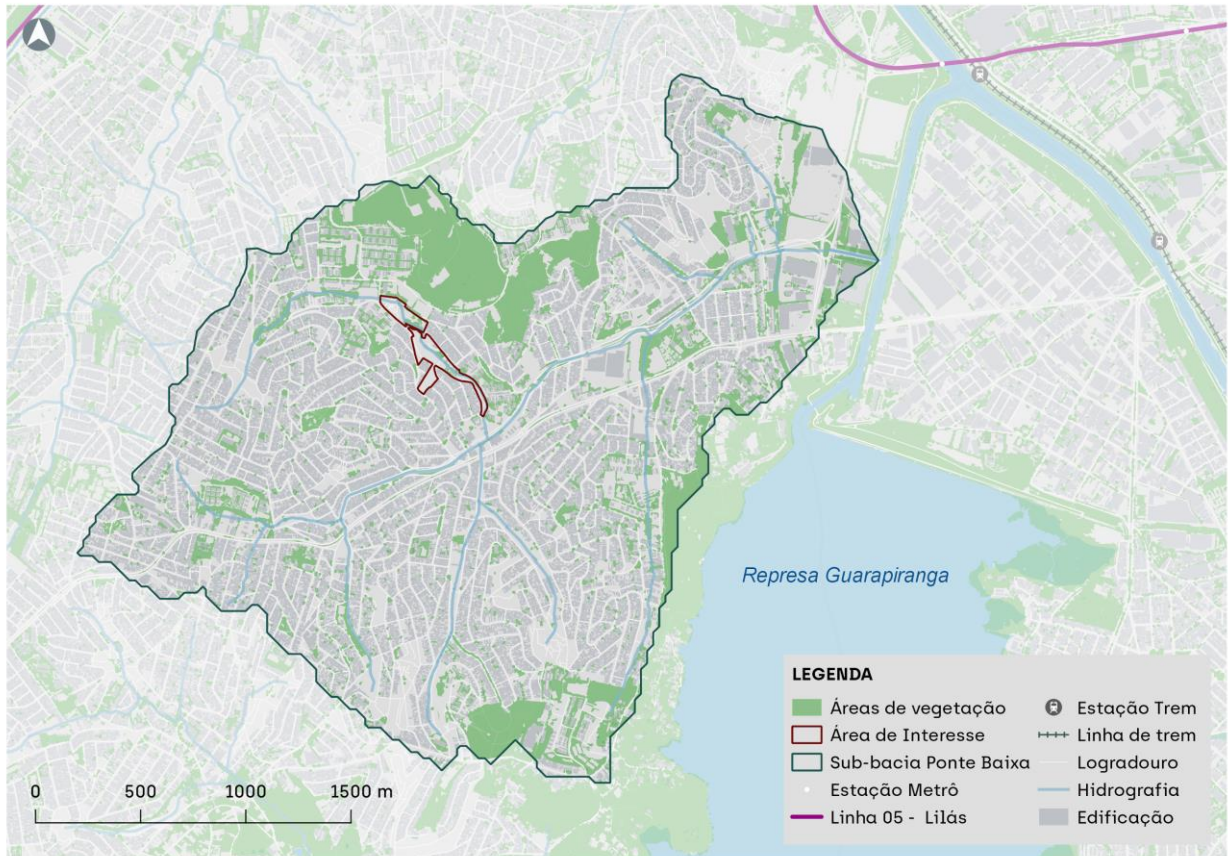
Quanto à topografia, a bacia está localizada entre as cotas 726 e 822 m, com declividades em alguns locais chegando a 45° (Figura 7). É importante entender estes aspectos para compreender a dimensão da suscetibilidade e ocorrência de inundações e eventos de alagamentos, bem como de movimentos de massa, que são observados na bacia conforme relatado por Silva (2020).

Figura 7. Curvas de nível, Hipsometria e Declividade da bacia da Ponte Baixa.



Referente à vegetação presente na bacia inteira, que está localizada no bioma da Mata Atlântica, há cerca de 128 ha de áreas com vegetação (cerca de 19% da área da bacia), onde 0,7 ha correspondem à presença de vegetação na intervenção do Jardim Letícia, conforme pode ser observado na Figura 8.

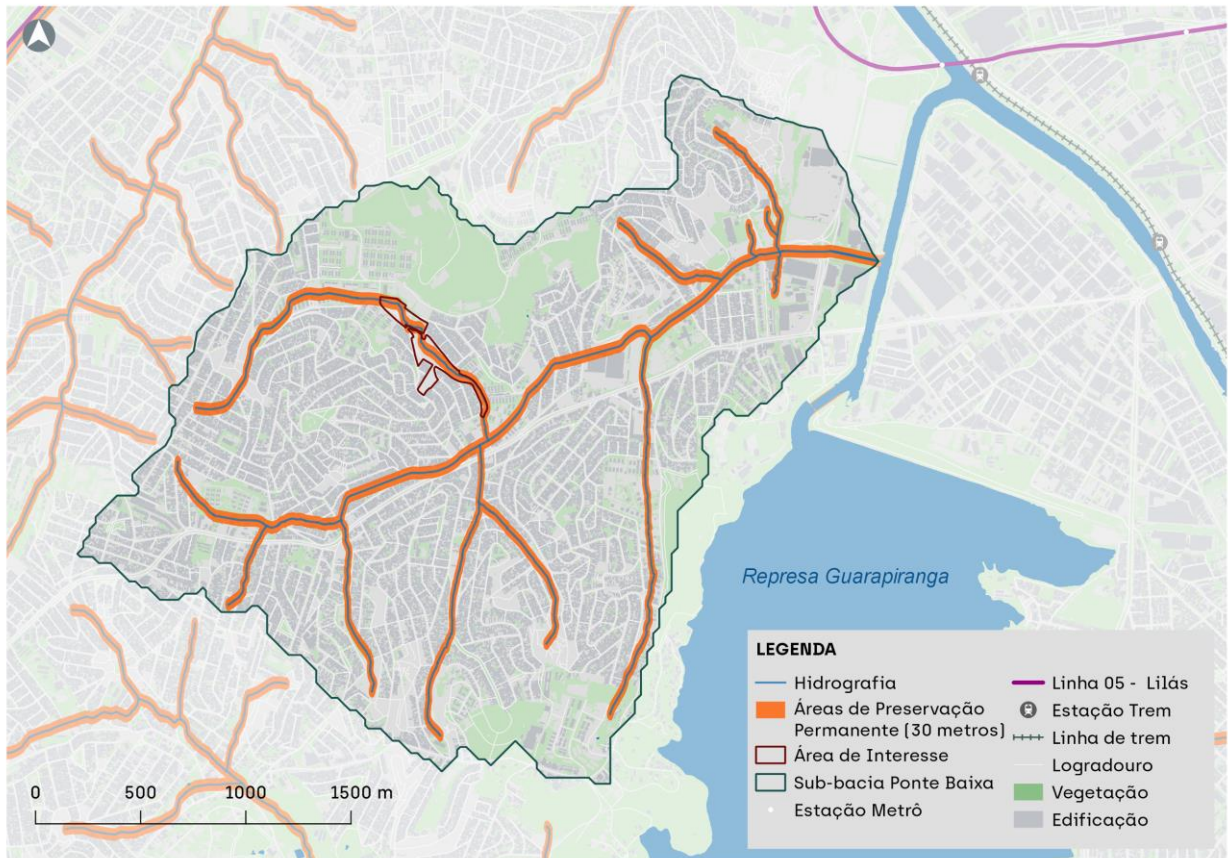
Figura 8. Vegetação presente na bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2020).

Desta forma, as áreas de preservação permanente (APP) presentes na bacia são aquelas devido aos cursos d'água presentes na bacia, consideradas como 30 metros em zonas urbanas consolidadas de acordo com o Código Florestal (BRASIL, 2012) e mostrados na Figura 9. Não há, portanto, APP's referentes a topos de morro, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, encostas ou partes destas maiores que 45° ou devido a presença de restingas e mangues (característicos do bioma).

Figura 9. Áreas de preservação permanente (APP) na Bacia do Ponte Baixa.

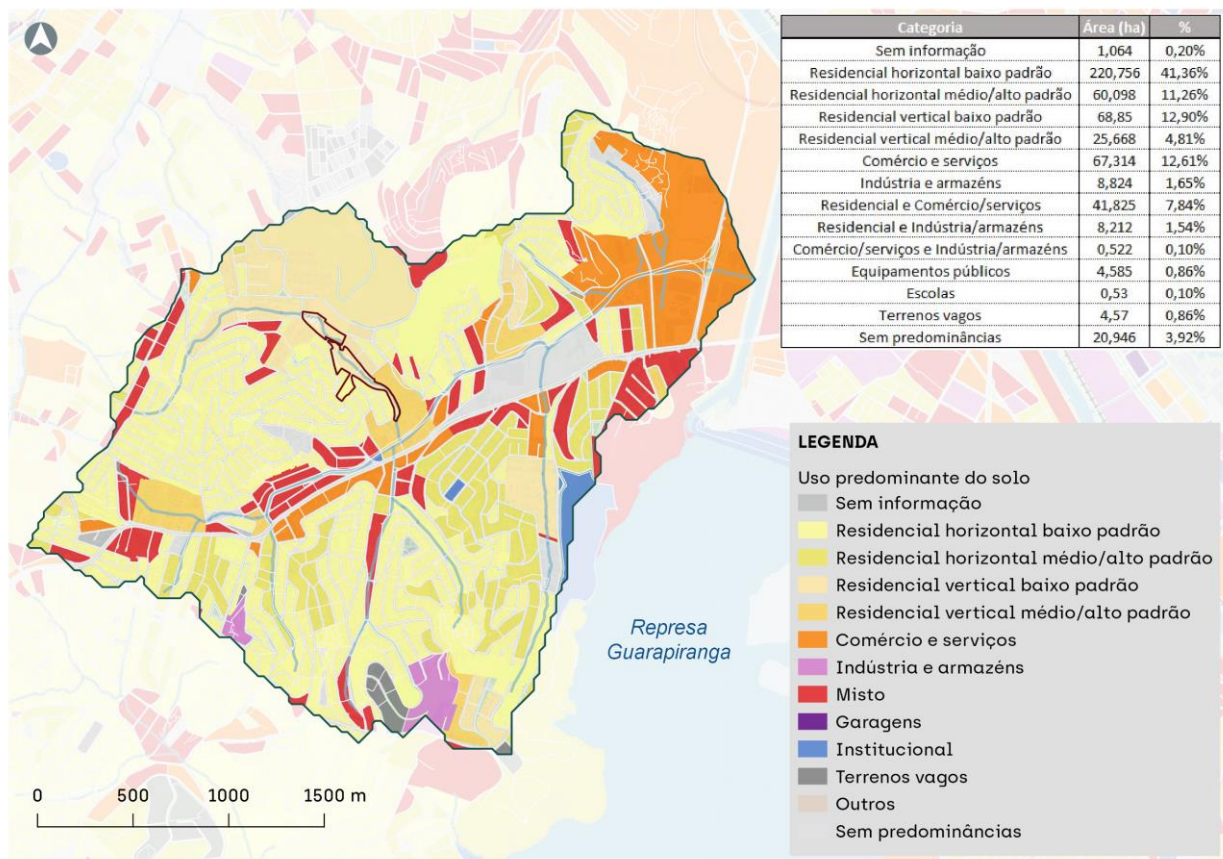


Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2015).

1.2.3 Aspectos urbanos

O uso predominante do solo da bacia, no ano de 2016, compreende em sua maioria áreas residenciais horizontais de baixo padrão (41,36%), seguido de residencial vertical de baixo padrão (12,90%), comércio e serviços (12,61%), residencial horizontal de médio/alto padrão (11,26%) e uso misto (7,84%). É possível observar que a concentração de usos comerciais está localizada principalmente nas vias principais da bacia, como a Estrada do M'Boi Mirim e Avenida Luiz Gushiken, com as tipologias residenciais nas regiões adjacentes aos lados destas duas vias (Figura 10).

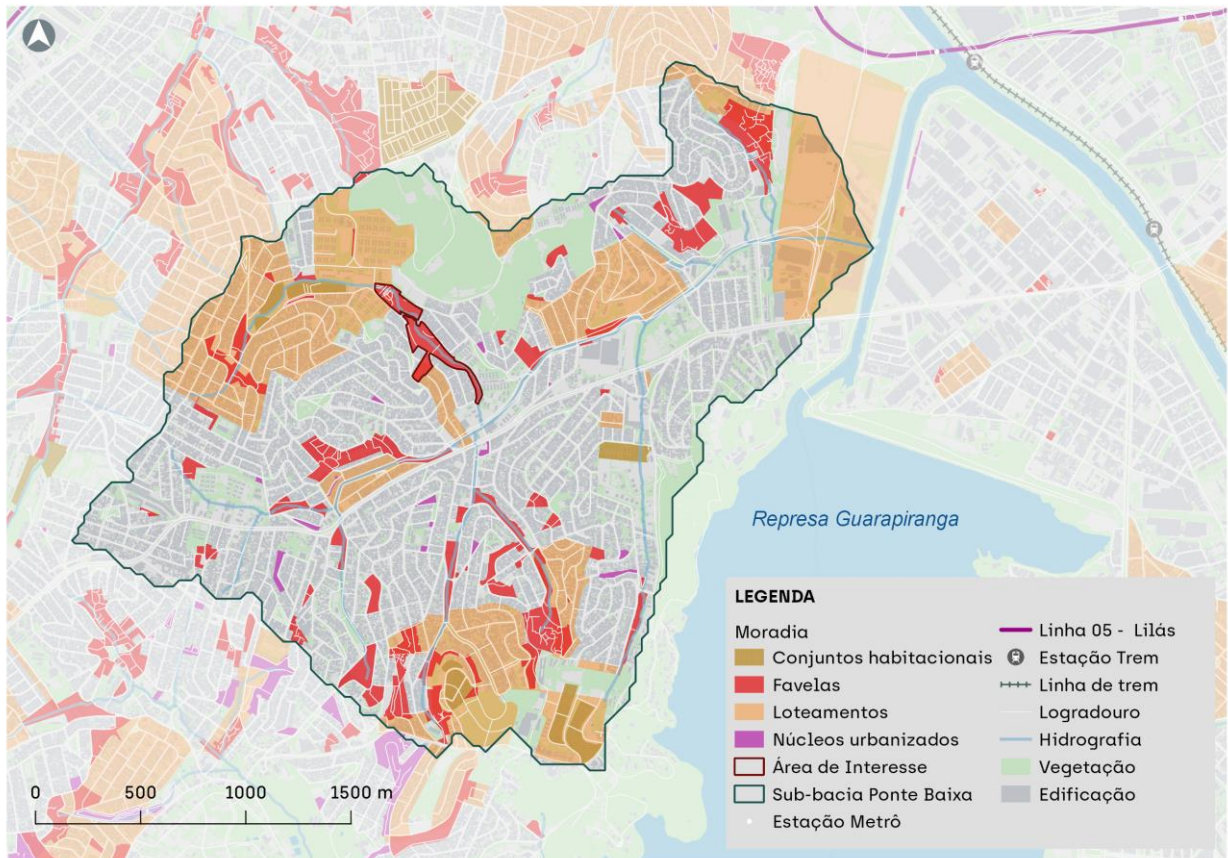
Figura 10. Uso predominante do solo local na bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2016).

Referente à presença de assentamentos precários (favelas), de acordo com o mapeamento disponível no Geosampa/Habitasampa (2016), há cerca de 13.800 domicílios com esta tipologia presentes na bacia. Em média, destes domicílios tem-se que cerca de 40% tem infraestrutura de drenagem pluvial; 32% possuem esgotamento sanitário; 79% tem coleta de lixo; e 66% contam com abastecimento de água. Da Figura 11, também é possível perceber que grande parte destes assentamentos estão localizados próximos à hidrografia da região, mas a montante destes cursos d'água e não a jusante, como pode ser observado na parte sul da bacia e ao norte, na área de interesse onde foi realizada a intervenção no Jardim Letícia.

Figura 11. Assentamentos precários e moradia na Bacia do Ponte Baixa.

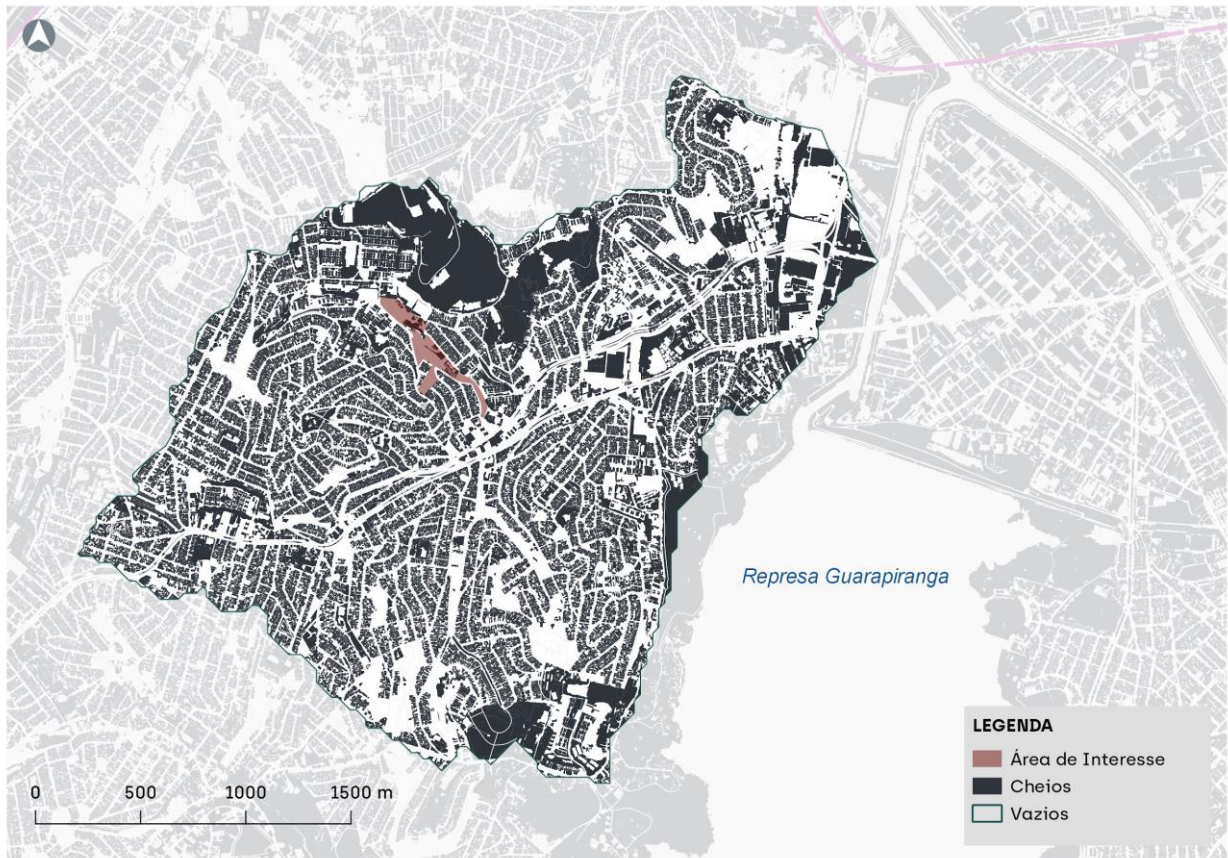


Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016) e Censo IBGE (2010).

Como pode ser visualizado nas Figuras 10 e 11, assim como nas imagens de satélite mostradas das Figuras 4 e 5, destaca-se que a bacia apresenta poucos vazios urbanos, com um desenho orgânico e não uniforme, lotes pequenos e ocupação densa. A Figura 12 expressa essas características com um mapa de cheios e vazios.

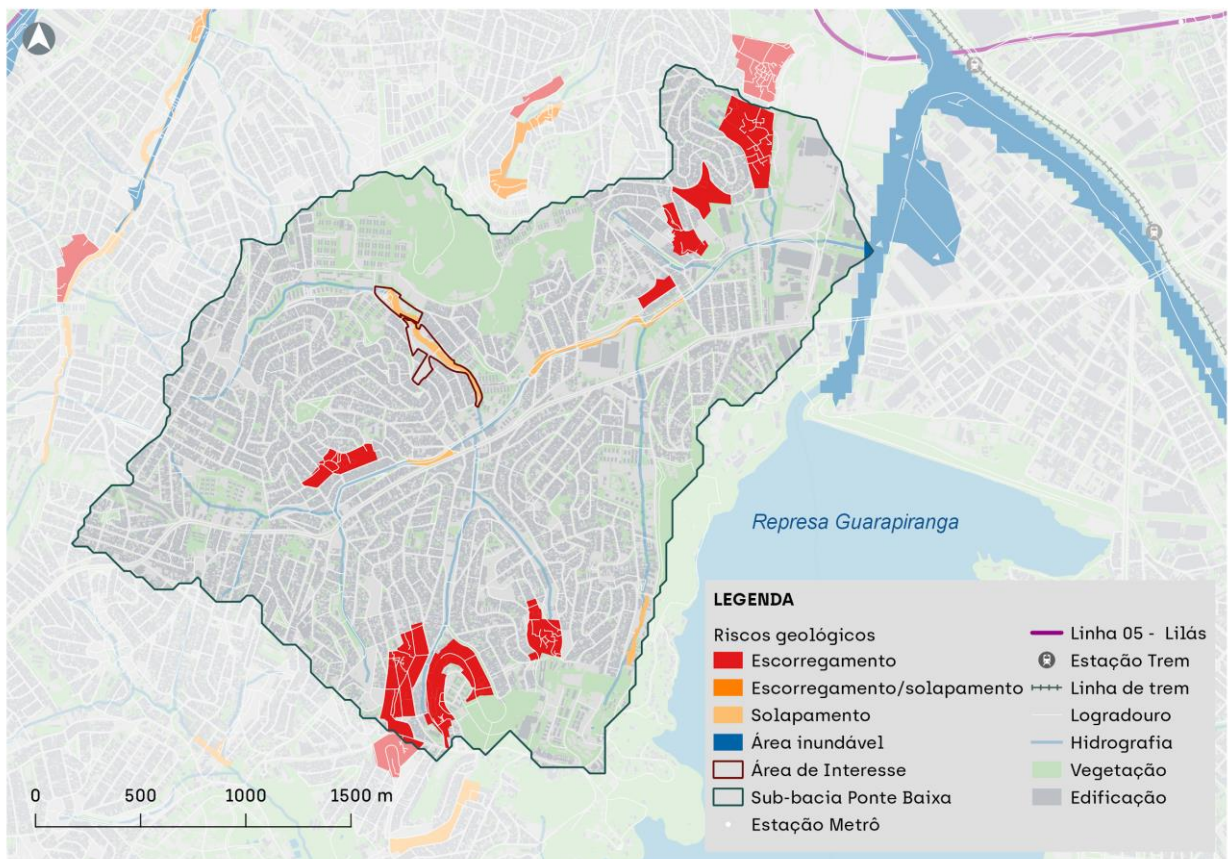
Na área há a presença de riscos geológicos relacionados a movimentos de massa por escorregamento, bem como riscos relacionados a solapamento e aqueles caracterizados como escorregamento/solapamento. Os escorregamentos caracterizam-se por apresentarem poucos planos de deslocamento e velocidades médias e altas, ocasionados pela ação da gravidade (TOMINAGA, 2006) e estão localizadas próximas àquelas áreas com declividade relativamente elevada, de acordo com a Figura 13. Os solapamentos, por sua vez, estão localizados próximos aos cursos d'água e, portanto, nas áreas mais baixas da bacia.

Figura 12. Mapa de cheios e vazios da Bacia da Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2014).

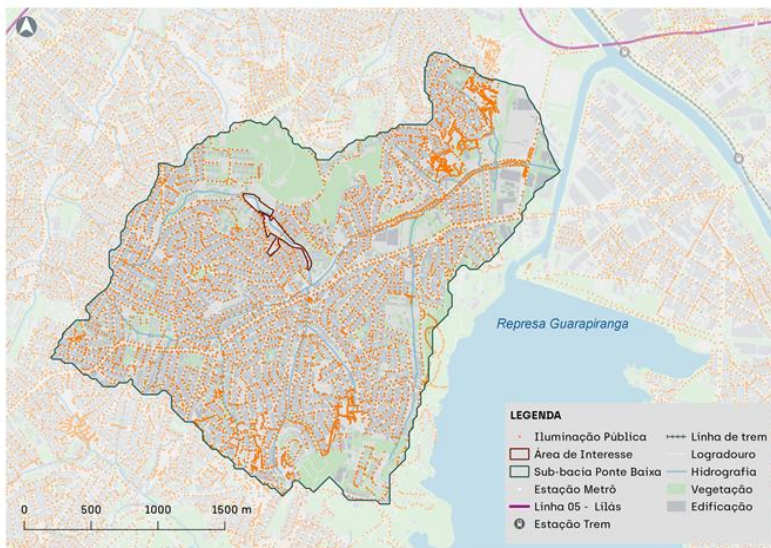
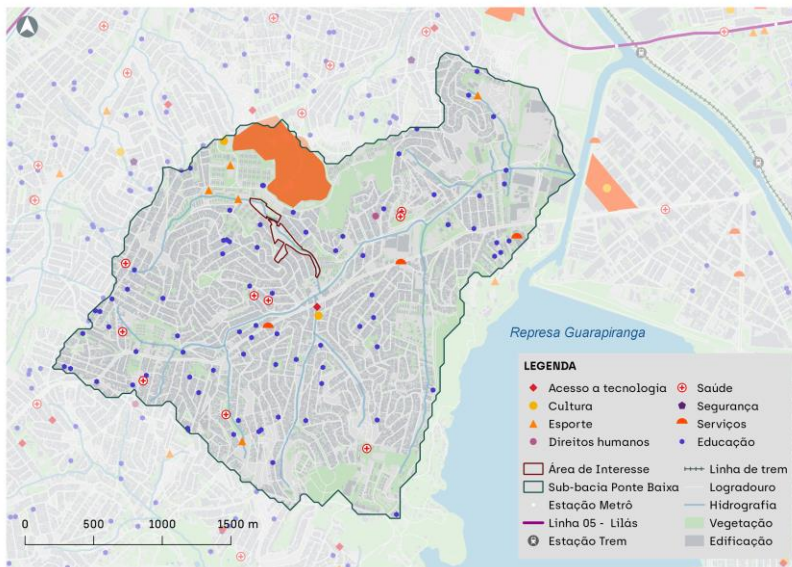
Figura 13. Riscos geológicos presentes na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/IPT (2010).

Referente à presença de equipamentos urbanos, a bacia possui instituições de ensino e educação, de lazer (cultura e esporte), bem como a presença de serviços de saúde, segurança e de direitos humanos. Ainda, todas as ruas e vias de acesso da bacia contam com serviço de iluminação pública. Estas informações estão sintetizadas na Figura 14.

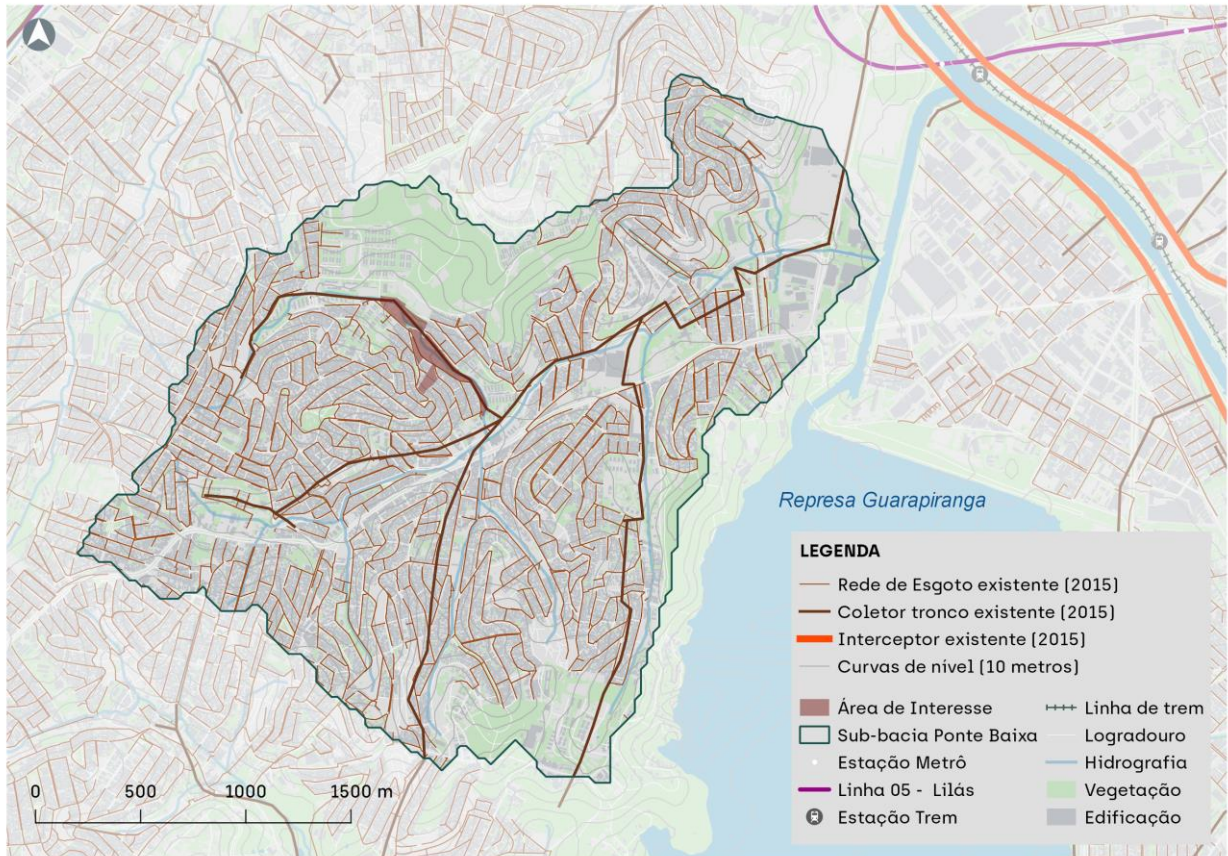
Figura 14. Equipamentos urbanos e Serviço de iluminação pública na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa.

Quanto à infraestrutura de esgotamento sanitário, conforme pode ser observado na Figura 15, tem-se a presença de rede coletora de esgoto, coletores-tronco e conectados com interceptores existentes. Os interceptores coincidem com a hidrografia local, ou seja, as linhas de talvegue da bacia.

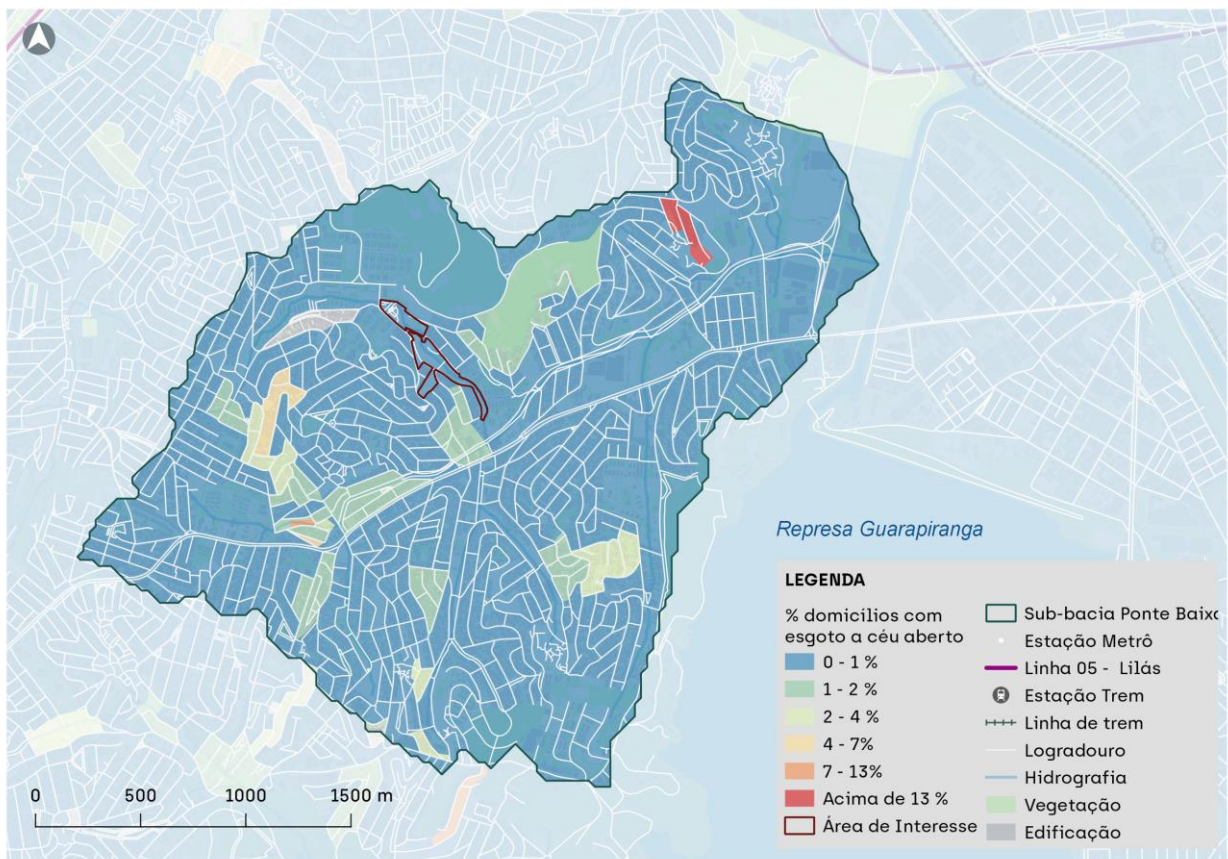
Figura 15. Infraestrutura de esgotamento sanitário na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2015) e Geosampa/Habitasampa (2016).

Por outro lado, com respeito à porcentagem de domicílios com esgoto a céu aberto, como um indicador de falta de acesso a serviços de saneamento básico, é possível observar essa situação na Figura 15. Com exceção de uma pequena parcela próxima ao exutório da bacia, com porcentagem maior que 13% dos domicílios com esgoto a céu aberto, as outras áreas apresentam índices com porcentagem menores ou iguais a 7% dos domicílios com esgoto a céu aberto, predominando aquelas com porcentagem variando entre 0 e 1%. Portanto, coincide com o mostrado na Figura 16, pois a bacia apresenta infraestrutura de coleta de esgoto sanitário.

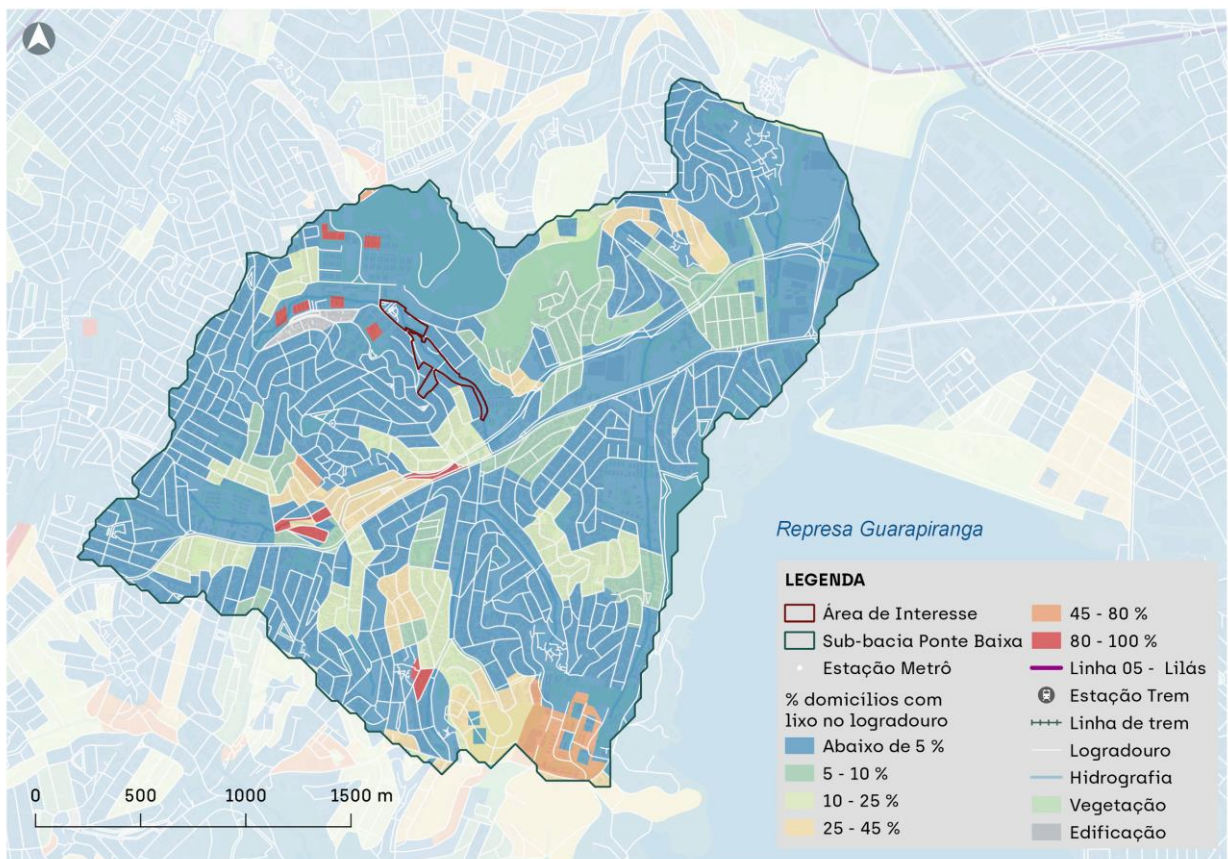
Figura 16. Porcentagem de domicílios com esgoto a céu aberto na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016) e Censo IBGE (2010).

Também, com respeito à componente de gestão de resíduos sólidos do saneamento e a falta deste serviço na bacia, na Figura 17 tem-se os logradouros com presença de lixo, expressos em porcentagem. A maior parte da bacia apresenta índices menores a 5%, com algumas áreas apresentando de 10 a 25% de lixo no logradouro.

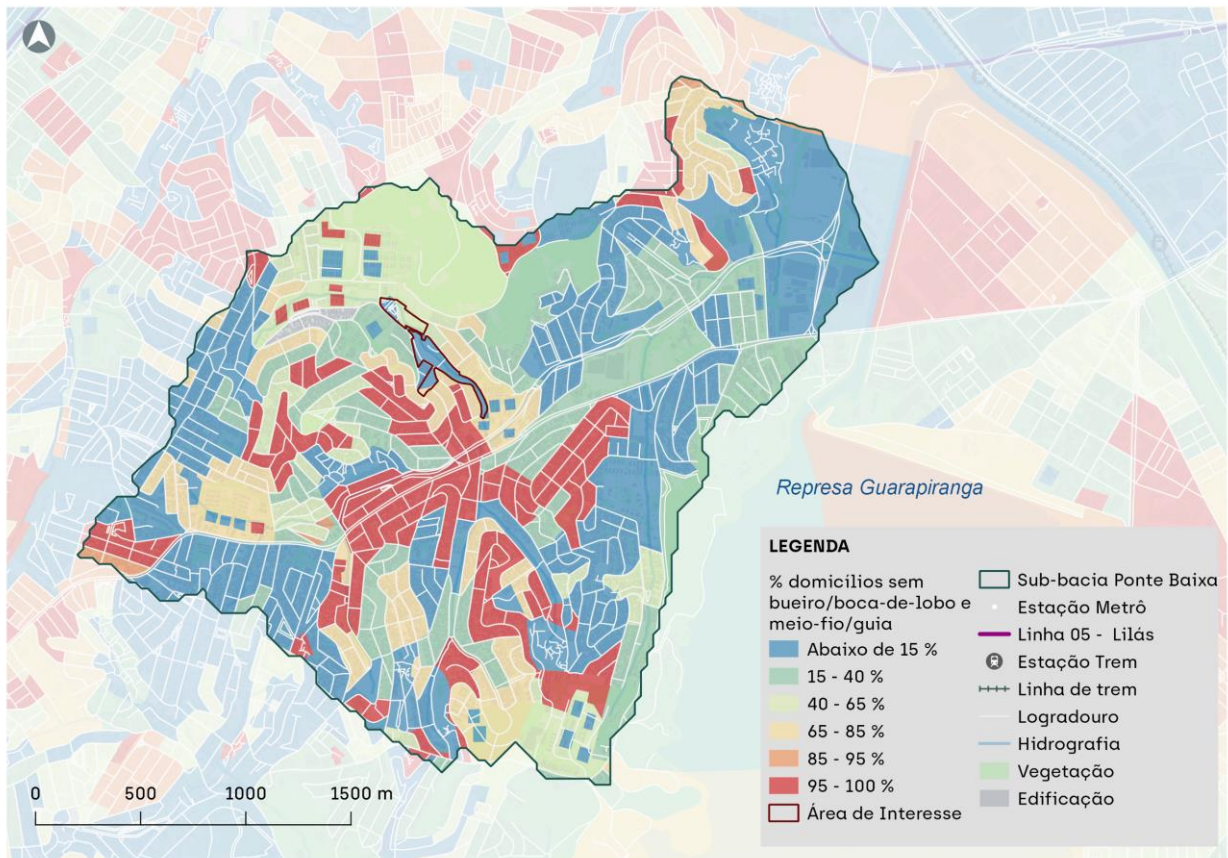
Figura 17. Porcentagem de domicílios com lixo no logradouro na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016) e Censo IBGE (2010).

Por fim, nos domicílios que não possuem acesso à infraestrutura de microdrenagem, caracterizada aqui como falta de acesso a bueiros/bocas-de-lobo e meio-fio/guia, o cenário é um pouco diferente. De acordo com o observado na Figura 18, há certa área da bacia, na porção média, onde no mínimo 95% dos domicílios não apresentam este tipo de infraestrutura, com algumas áreas apresentando índices variando de 45 a 95% dos domicílios sem acesso a este tipo de infraestrutura e as restantes com índices menores que 15%.

Figura 18. Porcentagem de domicílios sem presença de microdrenagem (bueiro/boca-de-lobo e meio-fio/guia) na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016) e Censo IBGE (2010).

Assim, analisando o exposto pelas Figuras 16, 17 e 18, é possível perceber que o aspecto da microdrenagem urbana, que acaba afetando a rede de macrodrenagem como um todo, é o aspecto mais crítico ao saneamento dos três analisados.

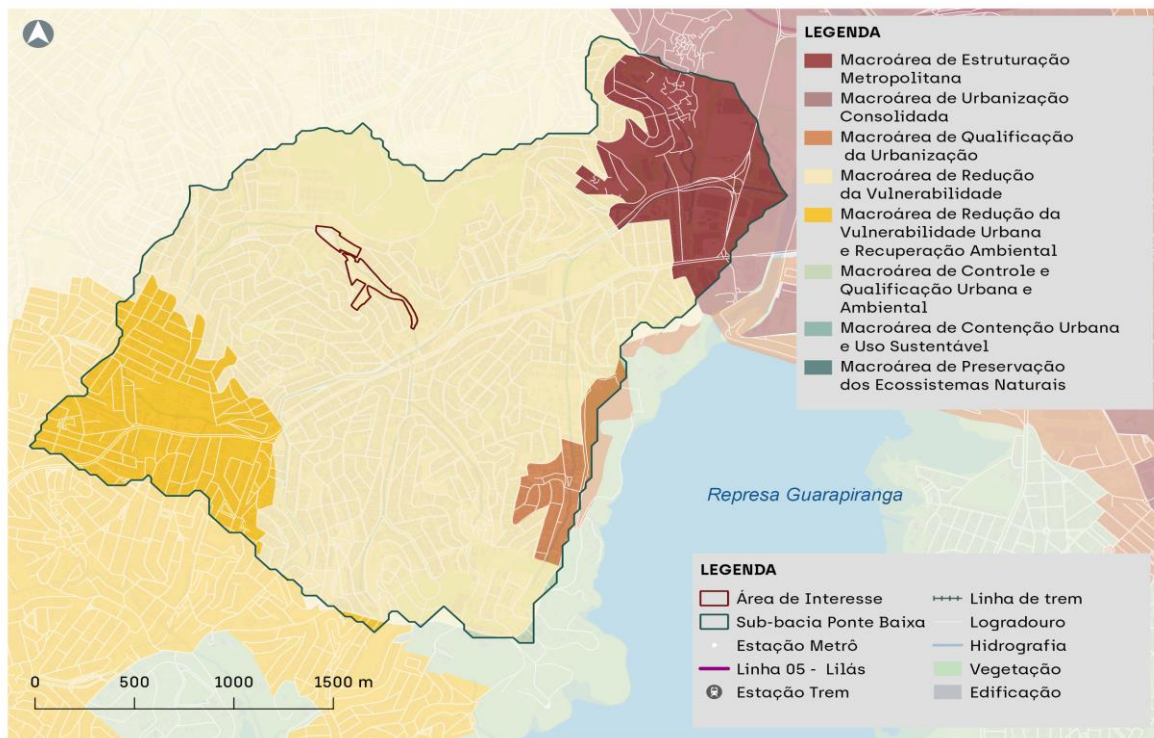
No que tange à legislação urbana vigente, destaca-se primeiro o estabelecido pela Lei N° 16.050, de 31 de Julho de 2014, que aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico (PDE) do Município de São Paulo. Nesta, as macroáreas são a base territorial para o planejamento e a gestão urbana e ambiental do município, estabelecendo diretrizes, objetivos e estratégias orientadas por um projeto de cidade. Assim, determinam-se algumas macroáreas a partir da interação entre os sistemas urbanos e ambientais e as características do meio físico (SÃO PAULO, 2014).

Na bacia, conforme pode ser visto na Figura 19, tem-se a presença das macroáreas¹ abaixo descritas, com a predominância da área de redução da vulnerabilidade/vulnerabilidade urbana, seguida da estruturação metropolitana e por último a de qualificação da urbanização:

¹ PREFEITURA DE SÃO PAULO. Macroáreas. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/novo-pde-macroareas/>> . Acesso em 14 mar. 2021.

- a) **Redução da vulnerabilidade e da vulnerabilidade urbana:** que possui a diretriz de melhoria dos espaços urbanos, a redução de déficits nas ofertas de serviços, equipamentos e infraestruturas urbanas, e a inclusão social e territorial de assentamentos precários ocupados pela população de baixa renda.
- b) **Estruturação metropolitana:** tem por diretriz promover transformações no espaço urbano, levando em conta as condições de uso e ocupação do solo e a base econômica de modo a desconcentrar oportunidades de emprego em direção a bairros periféricos e de municípios da região metropolitana.
- c) **Qualificação da urbanização:** apresenta como diretriz melhorar as condições urbanísticas e otimizar o aproveitamento das terras urbanas com boa oferta de serviços, equipamentos e infraestruturas urbanas.

Figura 19. Macroáreas presentes na Bacia do Ponte Baixa.

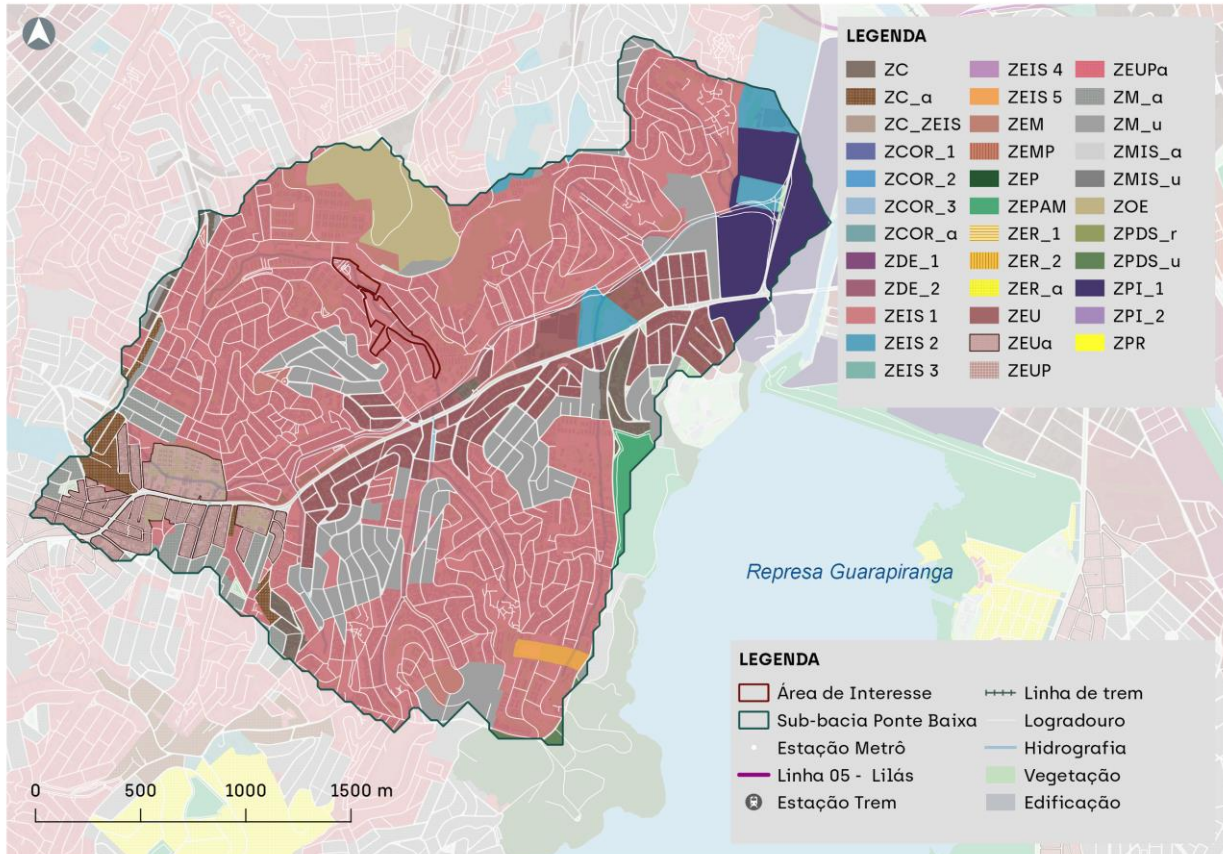


Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2014).

Por sua vez, o zoneamento, sancionada pela Lei 16.402 de 22 de Março de 2016, que estabelece a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) do Município, define as zonas correspondentes às porções do território que incidem parâmetros próprios de parcelamento, uso e ocupação do solo. Em consonância com o PDE de São Paulo, as zonas do Município têm suas características definidas pela função do território as quais estão inseridas, quais sejam os territórios

de transformação, de qualificação, e de preservação (SÃO PAULO, 2016), conforme pode ser visto na Figura 20.

Figura 20. Zoneamento da Bacia da Ponte Baixa.



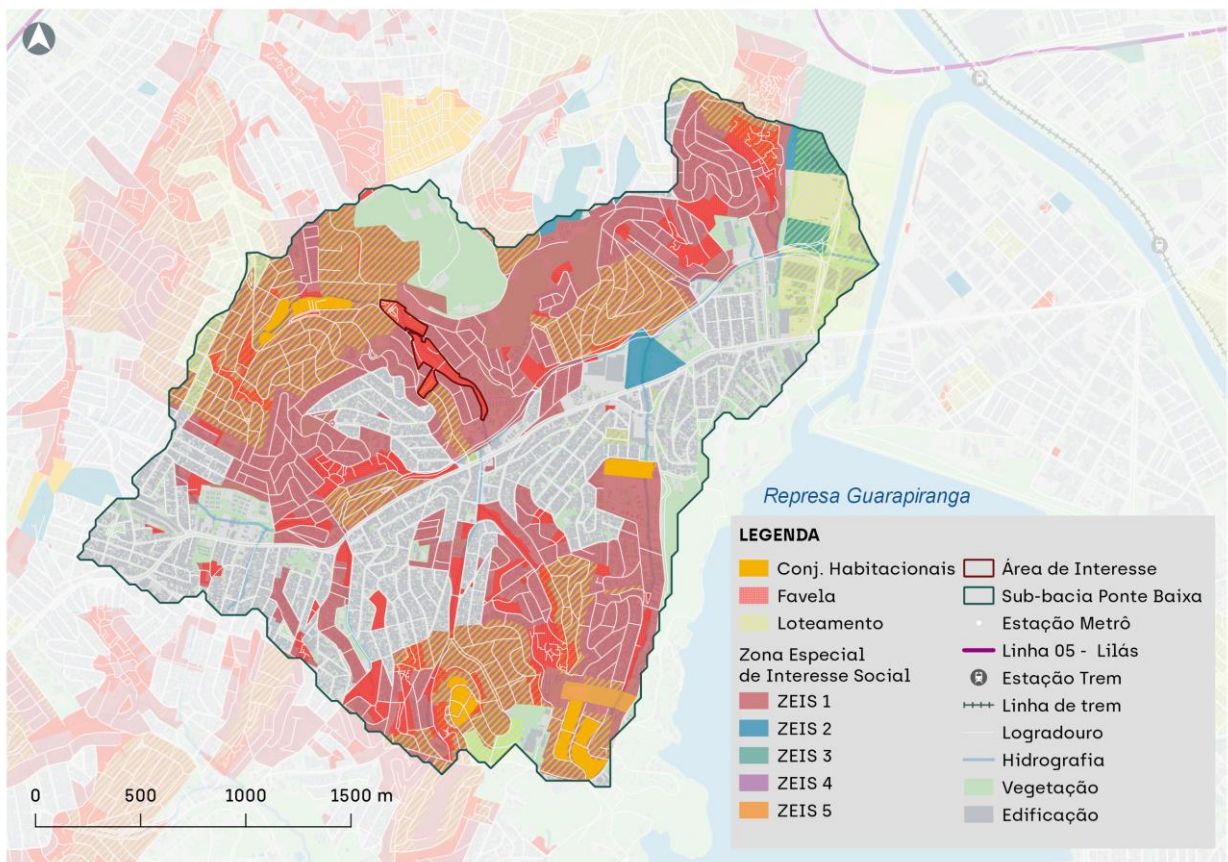
Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2016).

Uma das zonas dispostas no território de qualificação, por característica aqueles em que se objetiva a manutenção de usos não residenciais existentes, o fomento às atividades produtivas, diversificação de usos ou o adensamento populacional moderado (SÃO PAULO, 2016), são as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Estas, por sua vez, são destinadas, principalmente, à moradia digna para a população de baixa renda por meio de melhorias urbanísticas, recuperação ambiental e regularização fundiário de assentamentos precários e irregulares, assim como à provisão da Habitação de Interesse Social e Habitação de Mercado Popular que devem ter equipamentos sociais, infraestruturas, áreas verdes e comércios/serviços locais (SÃO PAULO, 2014). São as principais zonas encontradas na bacia, onde há a presença de três tipologias de ZEIS dispostas na LPUOS, descritas abaixo e visualizadas na Figura 21:

- a) **ZEIS 1:** áreas ocupadas por favelas, loteamentos e conjuntos.
- b) **ZEIS 4:** vazios em área de proteção ambiental ou proteção de manancial.

c) **ZEIS 5:** vazios em áreas com boa infraestrutura.

Figura 21. Zonas especiais de interesse social (ZEIS) na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa (2016).

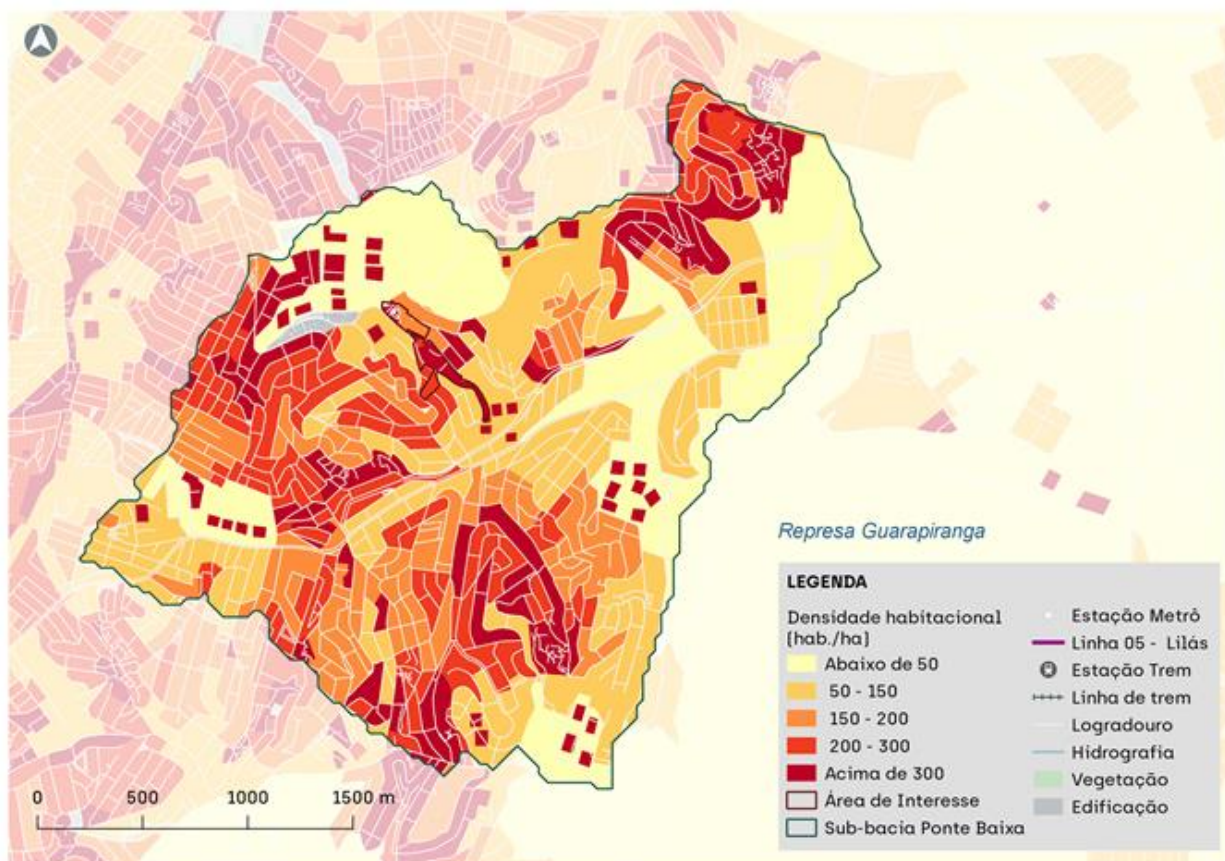
Assim, das Figuras 20 e 21, é possível perceber que a bacia apresenta características urbanas, garantidas por lei, para implantação de ações e projetos para reduzir a vulnerabilidade urbana e aproveitar e provisionar da melhor maneira os equipamentos e espaços urbanos com vistas à integração da comunidade nos bairros que estão inseridos.

1.2.4 Aspectos socioeconômicos

De acordo com o último censo elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2010, do total da população residente na bacia do Ponte Baixa, 40% são pessoas do gênero masculino e 44% do feminino. De um recorte de raça, 47% são brancas, 44% pardas, 8% negras, e a outra parcela soma os indígenas e amarelos (IBGE, 2010).

Por sua vez, a bacia tem uma alta densidade populacional (Figura 22). A montante da bacia há uma predominância de maiores densidades, variando de cerca de 150 e chegando a 300 hab/ha. Já a jusante, essa densidade diminui, muito por conta do sistema viário presente que dá acesso à Marginal do Rio Pinheiros, na Avenida Guido Caloi, e, portanto, há uma concentração habitacional também menor.

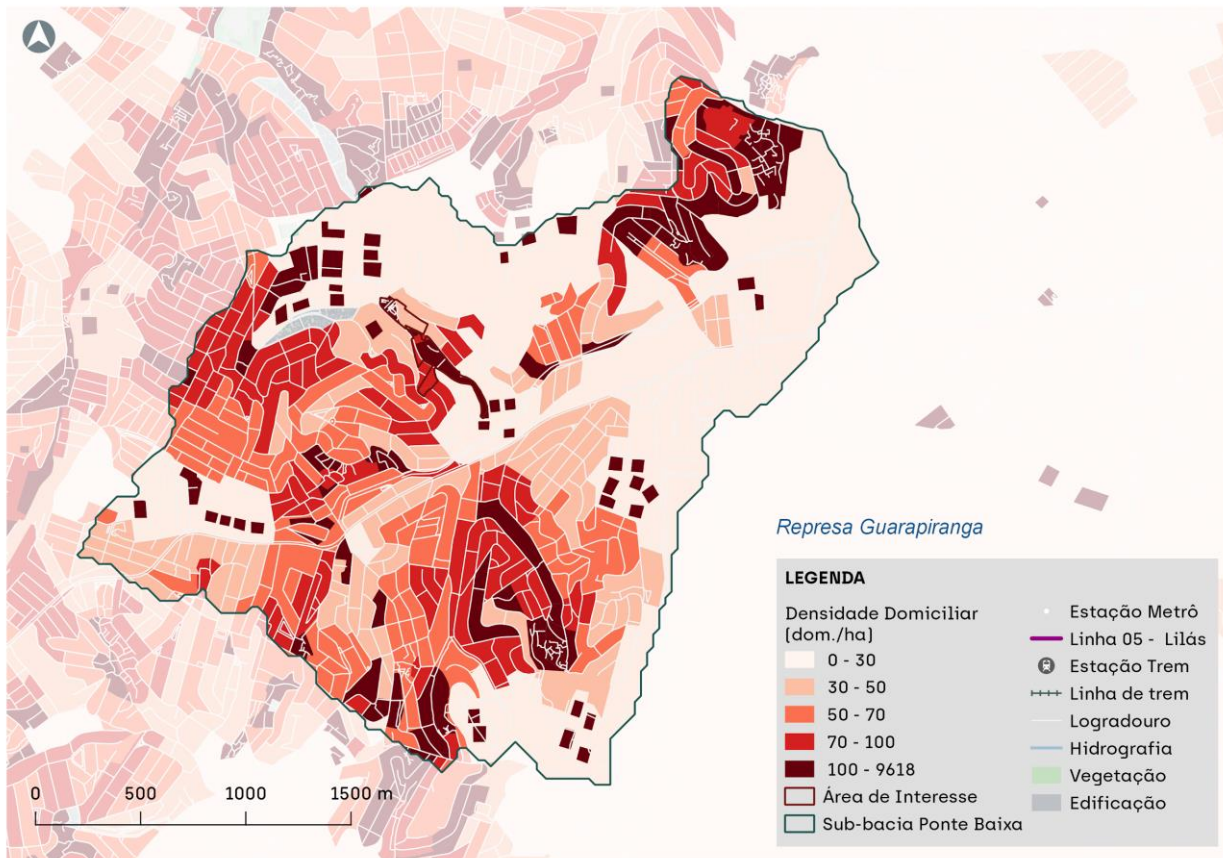
Figura 22. Densidade populacional (hab/ha) por setor censitário da Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016) e Censo IBGE (2010).

Seguindo o mesmo padrão, e conforme pode ser visto nas imagens de satélite das Figura 4 e 5, a densidade habitacional (domiciliar) a jusante da bacia é menor que a montante. No centro da bacia, a densidade habitacional parte de 50 e chega a ultrapassar 100 dom/ha. Próximo ao Cemitério São Luís e à Avenida Guido Caloi, a densidade varia até 30 dom/ha.

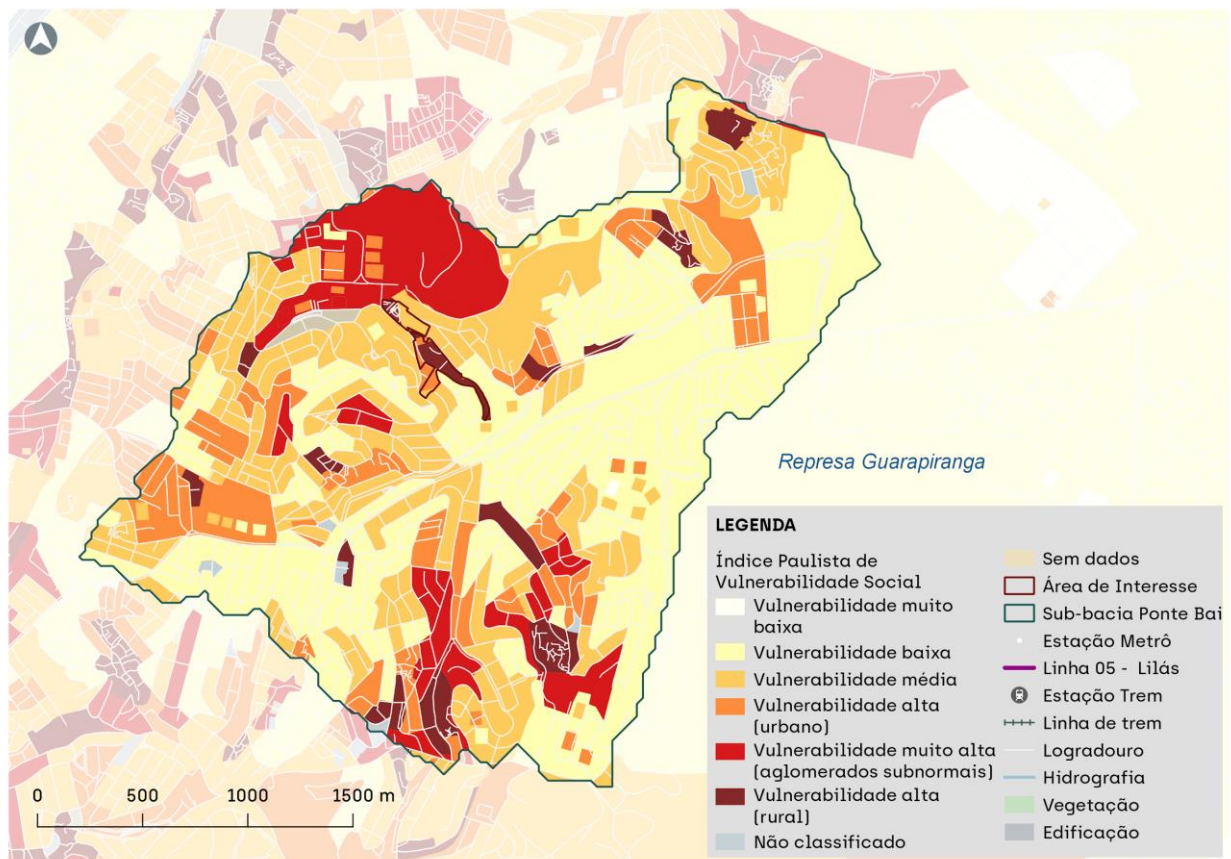
Figura 23. Densidade habitacional/domiciliar (dom/ha) por setor censitário da Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016) e Censo IBGE (2010).

Considerando um indicador utilizado no Estado de São Paulo, o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), que caracteriza de forma sintética as condições socioeconômicas dos setores censitários do IBGE no Estado, varia de 1 a 7, aumentando conforme a vulnerabilidade social de um setor censitário é maior (SEADE, 2013). Na bacia apresentam-se os índices de vulnerabilidade muito baixa, baixa, média, alta-urbana, muito alta-aglomerados subnormais e alta-rural (Figura 24). Com este, é possível estabelecer um paralelo com a Figura 18, onde percebe-se que nas áreas classificadas com maiores vulnerabilidades, na porção sul, coincidem aquelas com os domicílios sem infraestrutura de microdrenagem, um dos aspectos de saneamento mais críticos e supracitados.

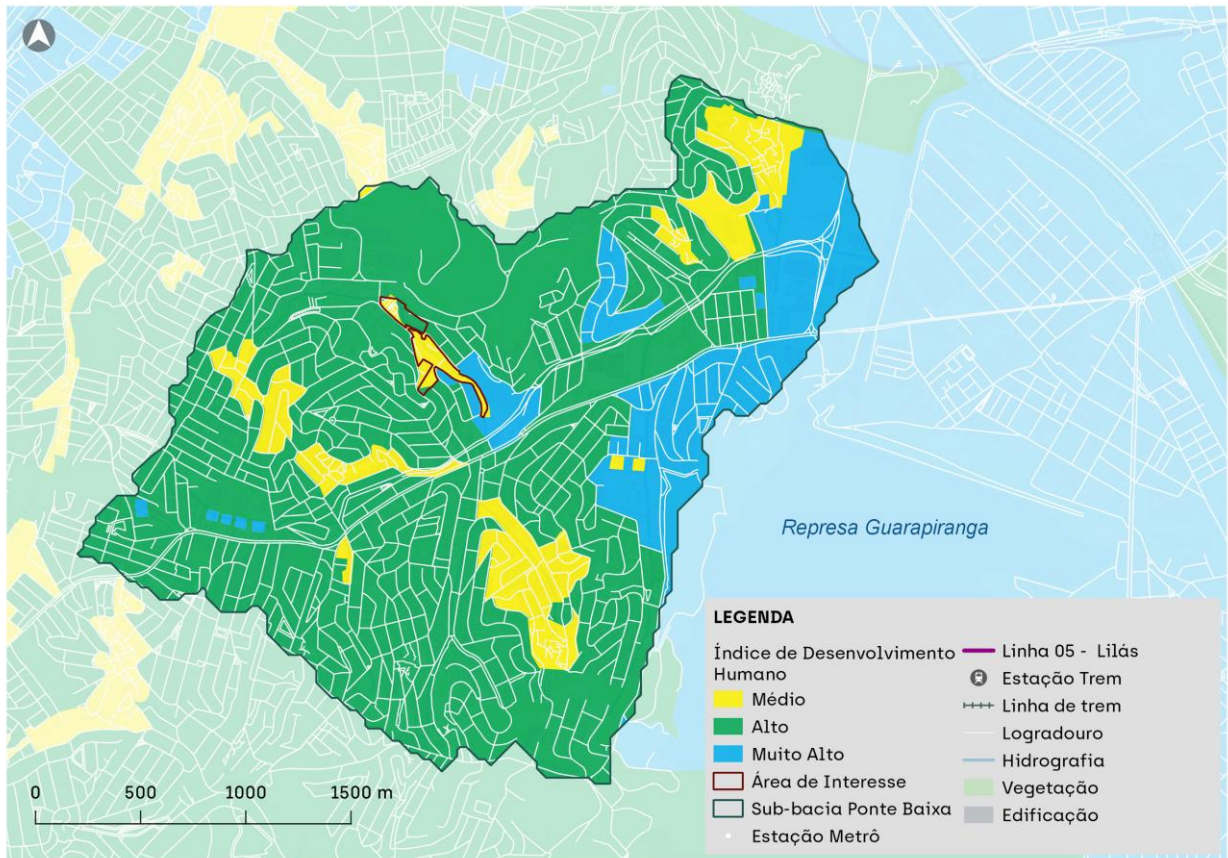
Figura 24. Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016) e SEADE (2010).

Já o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é um indicador composto de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda; que varia de 0 a 1, refletindo um maior desenvolvimento quanto mais próximo a 1. Reflete, assim, a oportunidade de uma população em viver uma vida longa e saudável, ter acesso ao conhecimento e padrão de vida que garantam as necessidades básicas. É classificado em muito baixo (0 - 0,499), baixo (0,500 - 0,599), médio (0,600 - 0,699), alto (0,700 - 0,799) e muito alto (maior que 0,800) (PNUD, IPEA, FJP, 2013). Na bacia, há as classes média, alta e muito alta do IDH-M, onde a área de intervenção específica do Jardim Letícia está classificada predominantemente com IDH-M médio.

Figura 25. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHm) da Bacia do Ponte Baixa.

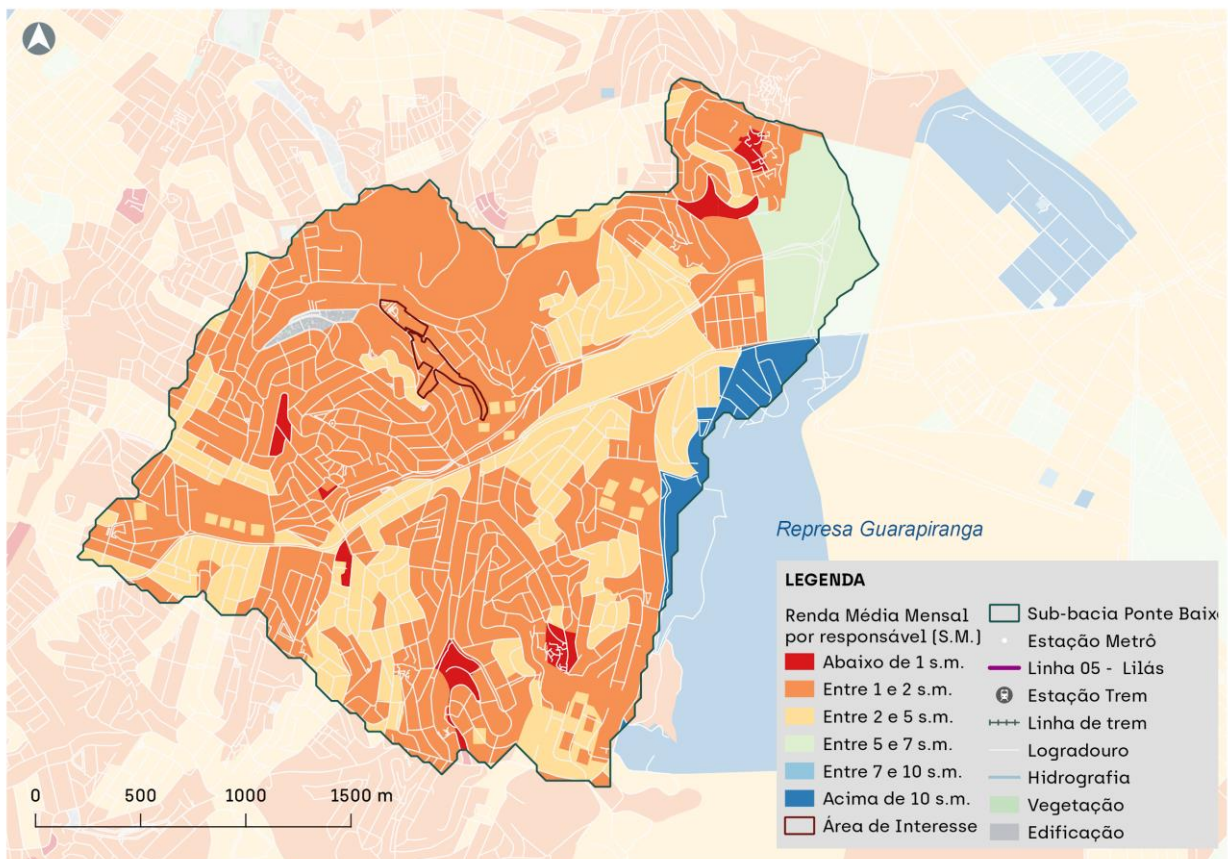


Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados do Geosampa/Habitasampa (2016), Censo IBGE (2010) e PNUD, Ipea e FJP (2010).

Por sua vez, para a renda média mensal por responsável, disponibilizado também no Censo de 2010 do IBGE, a bacia apresenta predominância de renda entre 1 e 2 salários mínimos (s.m.), com certa parte da população com renda entre 2 e 5 s.m., e algumas áreas com renda menor que 1 s.m e outras com maiores que 10 s.m.

Das figuras 25 e 26, é possível identificar que as poucas áreas destacadas por um IDH-M alto refletem aquelas com rendas maiores, enquanto aquelas que apresentam renda mensal média menores, o IDH-M é classificado como médio ou baixo.

Figura 26. Renda Média Mensal por responsável da bacia do Ponte Baixa.

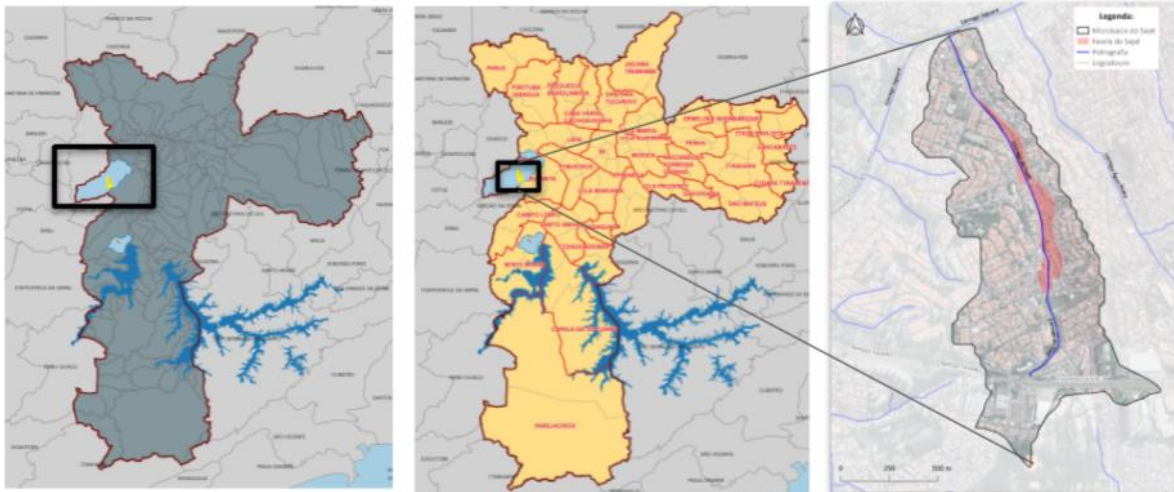


1.3. Bacia do Sapé

1.3.1 Localização e definição da bacia hidrográfica

A bacia do Sapé possui área total de 1,17 km² e tem como principal curso d'água o córrego do Sapé, o qual, após encontrar as águas do ribeirão do Jaguaré, deságua no rio Pinheiros. Referente à presença de assentamentos precários, segundo o mapeamento disponível no Geosampa/Habitasampa (2016), a concentração de favelas se dá ao longo do córrego do Sapé, localizado entre a Rodovia Raposo Tavares e a Avenida Politécnica (Figura 27). A bacia do Sapé possui forma alongada, pois acompanha a extensão do córrego que lhe deu o nome.

Figura 27. Localização da Bacia do Córrego do Sapé

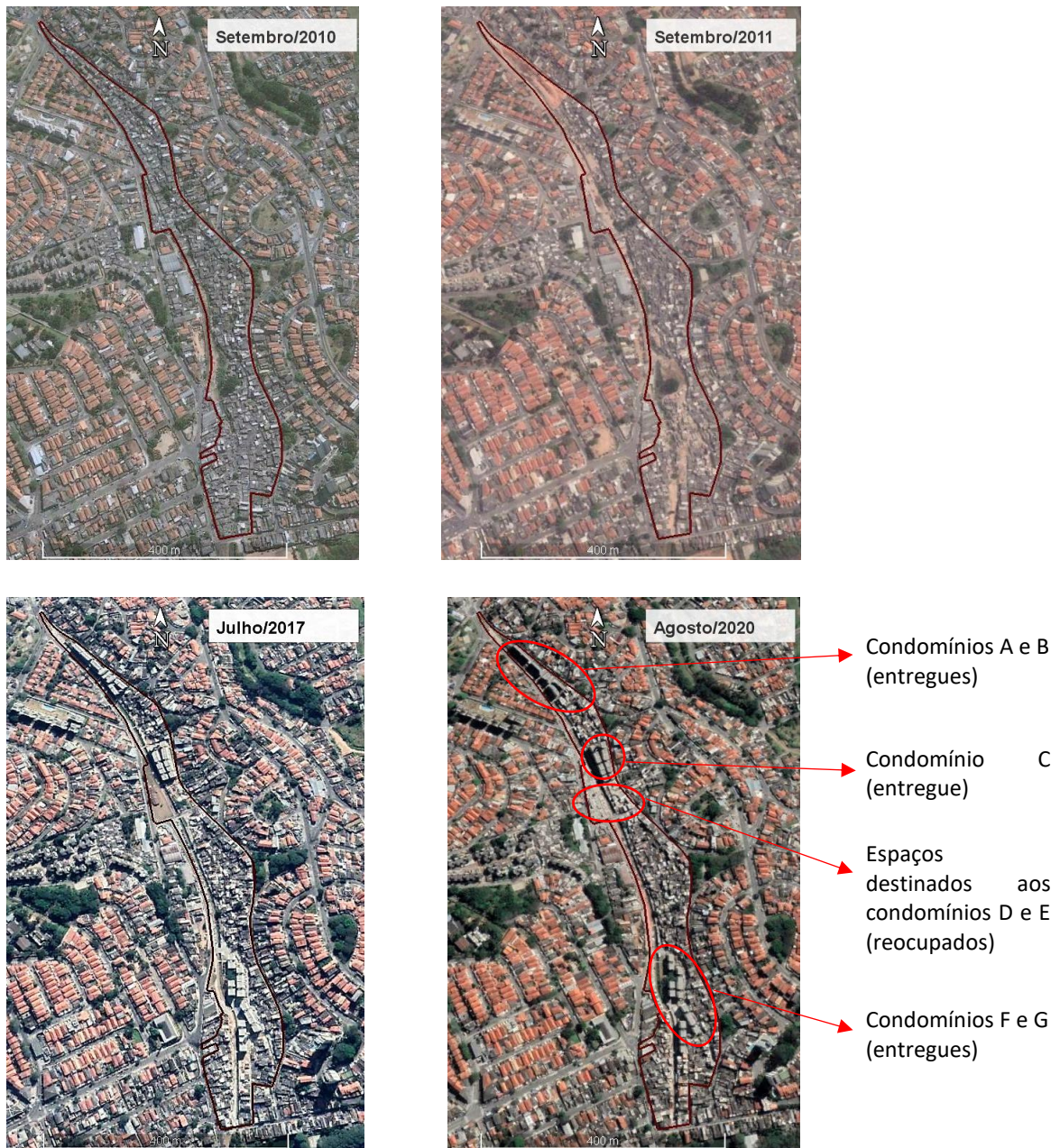


Fonte: Elaboração própria, (2020) com dados disponibilizados no Geosampa (mapa base de 2004 a 2008).

Na Figura 28, tem-se a evolução histórica da área de intervenção do projeto. Observa-se uma região com alta densidade residencial no entorno do córrego antes das intervenções (2010), sendo em sua maioria casas de alvenaria, habitações precárias e insalubres e muitos domicílios de madeira. Em 2004, a SEHAB/PMSP iniciou, algumas intervenções pontuais na área, removendo algumas famílias de áreas de risco e um processo de regularização que culminou na emissão de 1.275 termos de concessão (VENTURA, 2019).

As primeiras remoções oriundas da intervenção do PAC ocorreram em 2011 e a entrega dos condomínios residenciais ocorreu em 2017, conforme observado na evolução histórica. Na situação pós-intervenção, observada na Figura 28 para o ano de 2020, há a presença de novas ocupações destinadas à construção dos condomínios D e E. Vale ressaltar que, dos 8 condomínios previstos, o condomínio H foi inviabilizado devido ao fato de um dos trechos pertencer à área privada, enquanto os condomínios D e E, que já tinham espaço desapropriado para construção, também foram inviabilizados por falta de recurso.

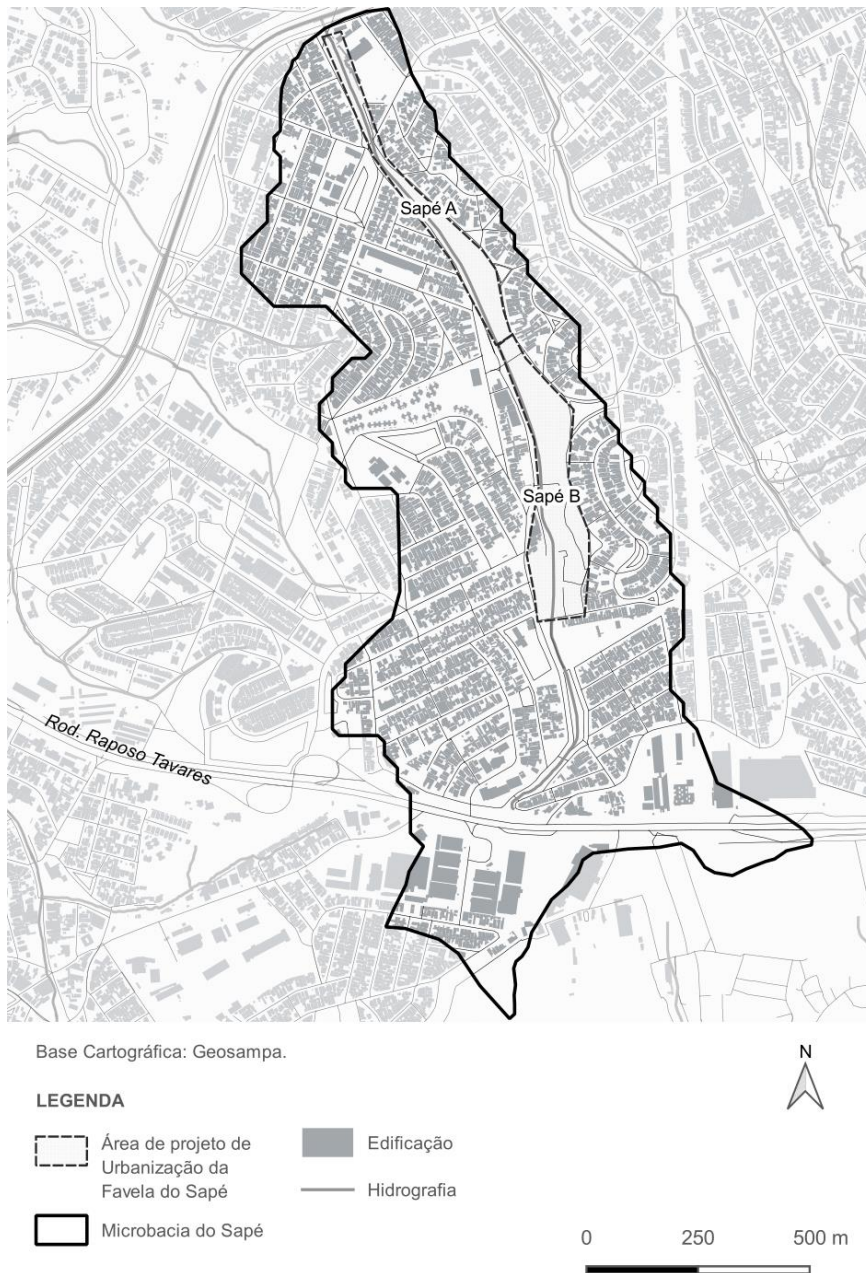
Figura 28. Evolução histórica de ocupação na Bacia do Sape



Fonte: Elaboração própria (2021) com dados do Google Earth.

As ações de intervenção iniciadas antes do PAC aliadas a eventos cada vez mais intensos de enchentes e alagamentos, contribuíram para a seleção da área para urbanização no programa PAC-UAP. Assim, o projeto de urbanização da Favela do Sapé foi contratado pela SEHAB e a execução das obras foi dividida entre dois consórcios: Sapé A e Sapé B (Figura 29).

Figura 29. Área de intervenção do PAC-UAP Favela do Sapé

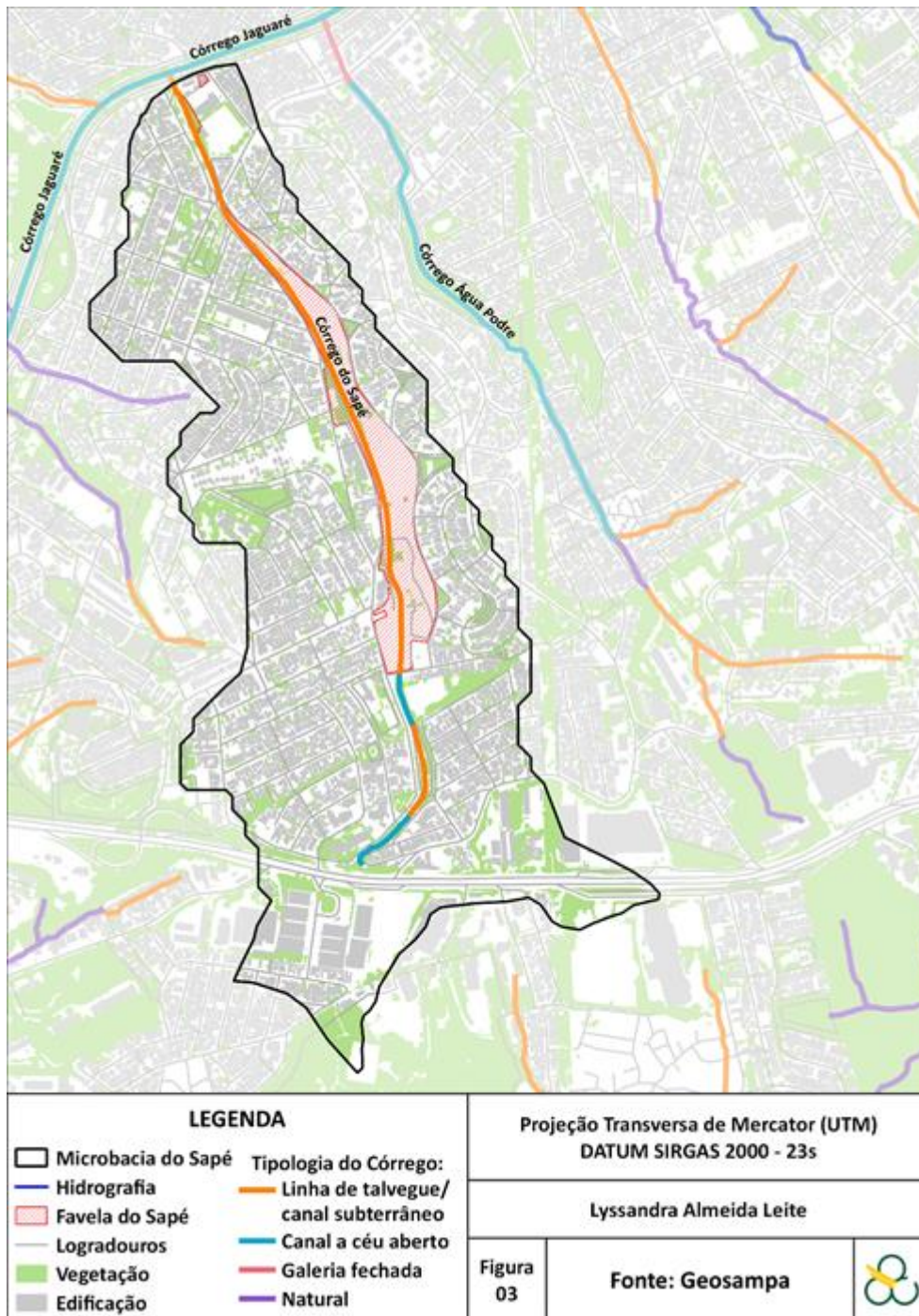


Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa (mapa-base de 2004 a 2008).

1.3.2 Aspectos físicos e naturais

Em relação aos aspectos hidrográficos da bacia, pode-se aferir a partir dos dados que o Córrego do Sapé tem 87% da sua extensão de linha de talvegue/canal subterrâneo, com seu restante sendo canal a céu aberto. Além disso, caracteriza-se por ser um corpo d'água de classe 1, sendo que sua nascente é próxima da Rodovia Raposo Tavares e sua foz no Córrego do Jaguaré.

Figura 30. Mapa de tipologia do canal da Bacia do Sapé

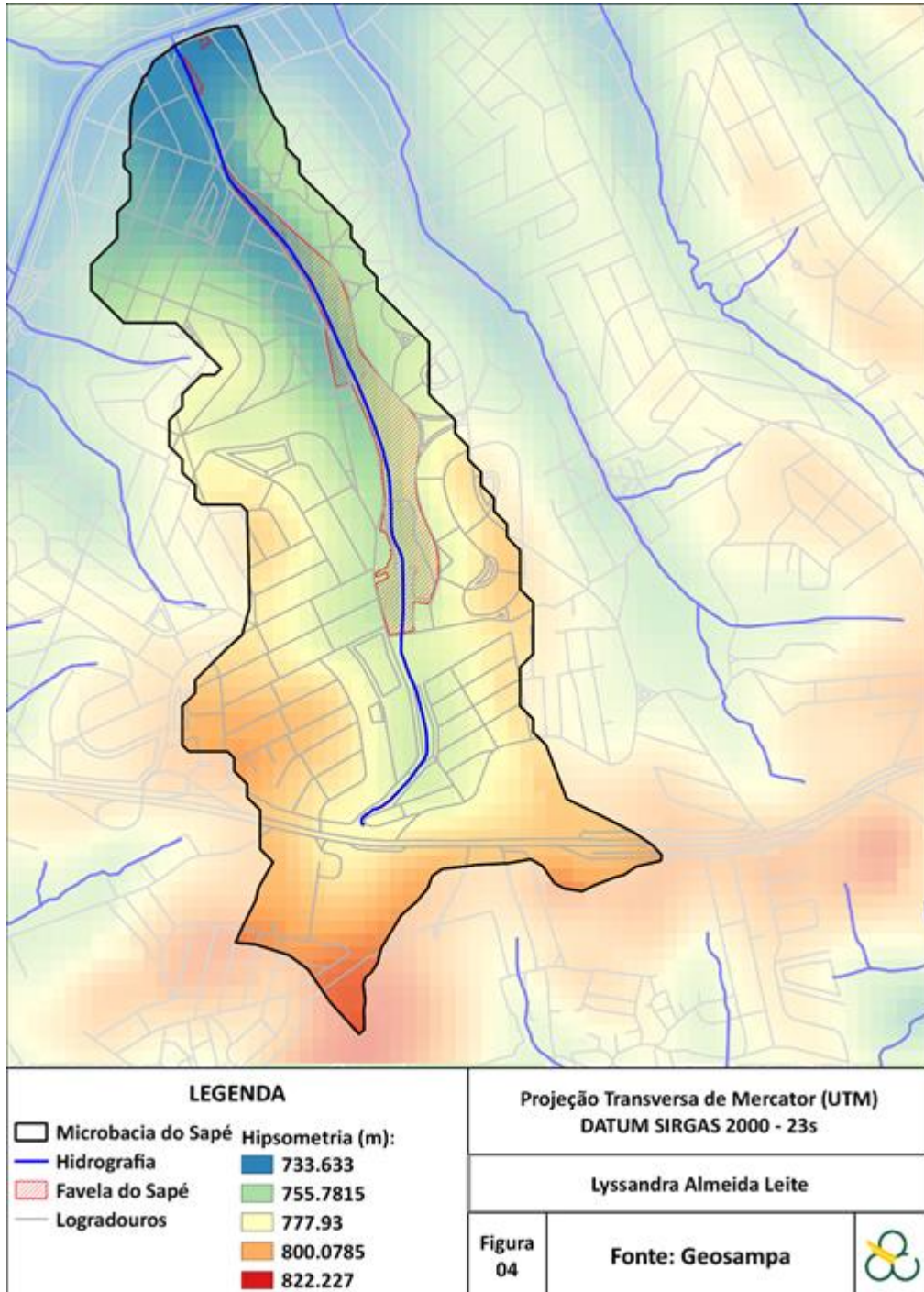


Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

Com as informações disponibilizadas pelo Topodata em relação ao SRTM e realizando as manipulações necessárias para altimetria, foi possível traçar o perfil de elevação da área. Dessa forma, com o auxílio dos logradouros, pode-se compreender como as águas pluviais provenientes das precipitações irão se comportar e quais serão os “caminhos” percorridos, buscando entender o papel da drenagem na bacia e previamente localizar pontos críticos. Além disso, a análise do perfil

hipsométrico (Figura 31) é de extrema importância para as divisões das bacias, que são usadas para a modelagem hidrológica.

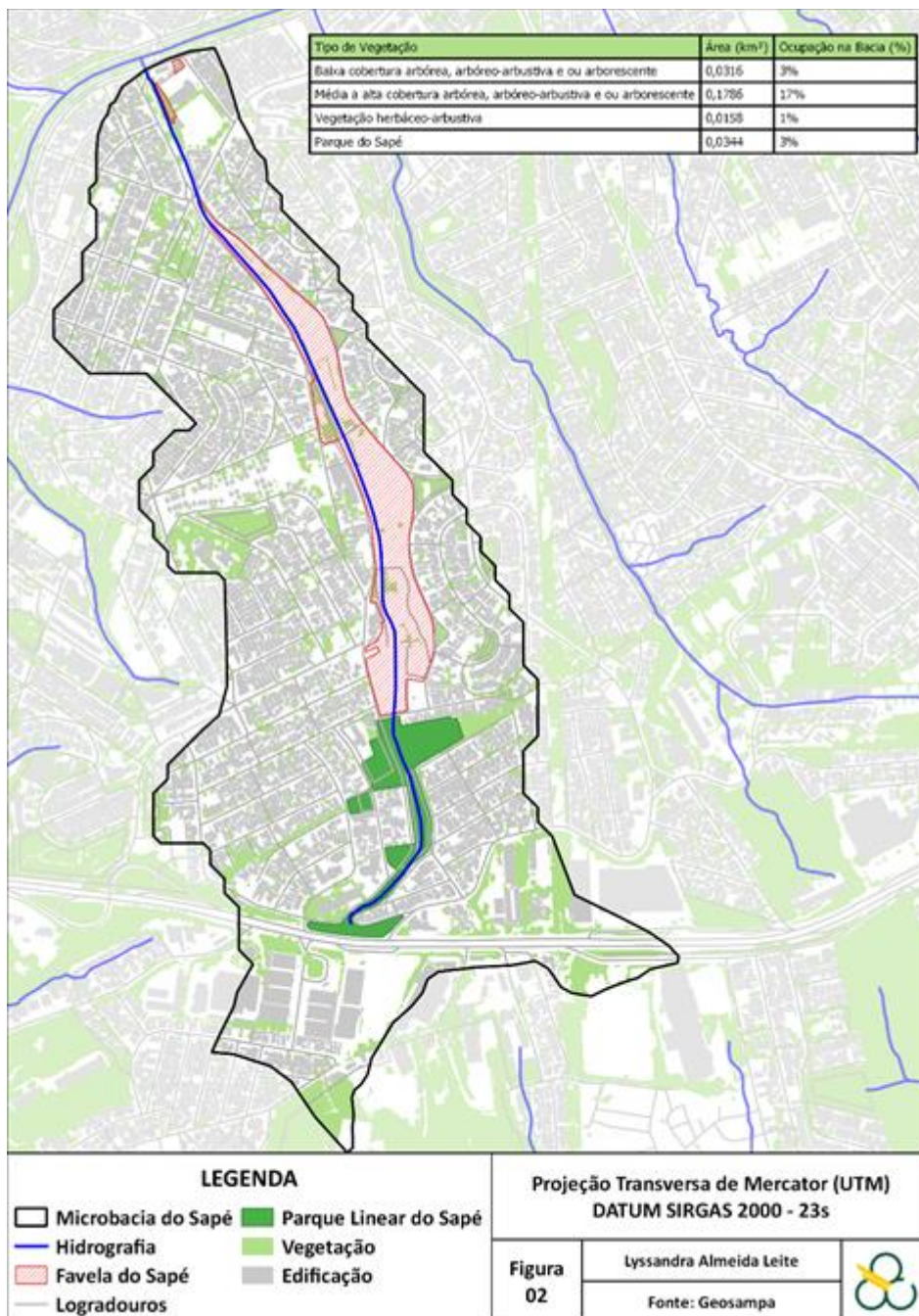
Figura 31. Mapa de declividade da Bacia do Sapé.



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

Com relação às áreas verdes, observa-se na Figura 32 que a região do córrego do Sapé é amplamente urbanizada, tendo poucas áreas verdes mesmo após a criação do Parque Linear a montante, próximo à Rodovia Raposo Tavares. Dentro da área de estudo a vegetação corresponde a 24%, com menor índice em baixa cobertura arbórea com 3% e tendo sua predominância na média e alta cobertura arbórea, chegando a 17%. Entre todo o percentual de vegetação, o Parque Linear do Sapé correspondente a 3% da área da bacia com 0,0344km² de extensão.

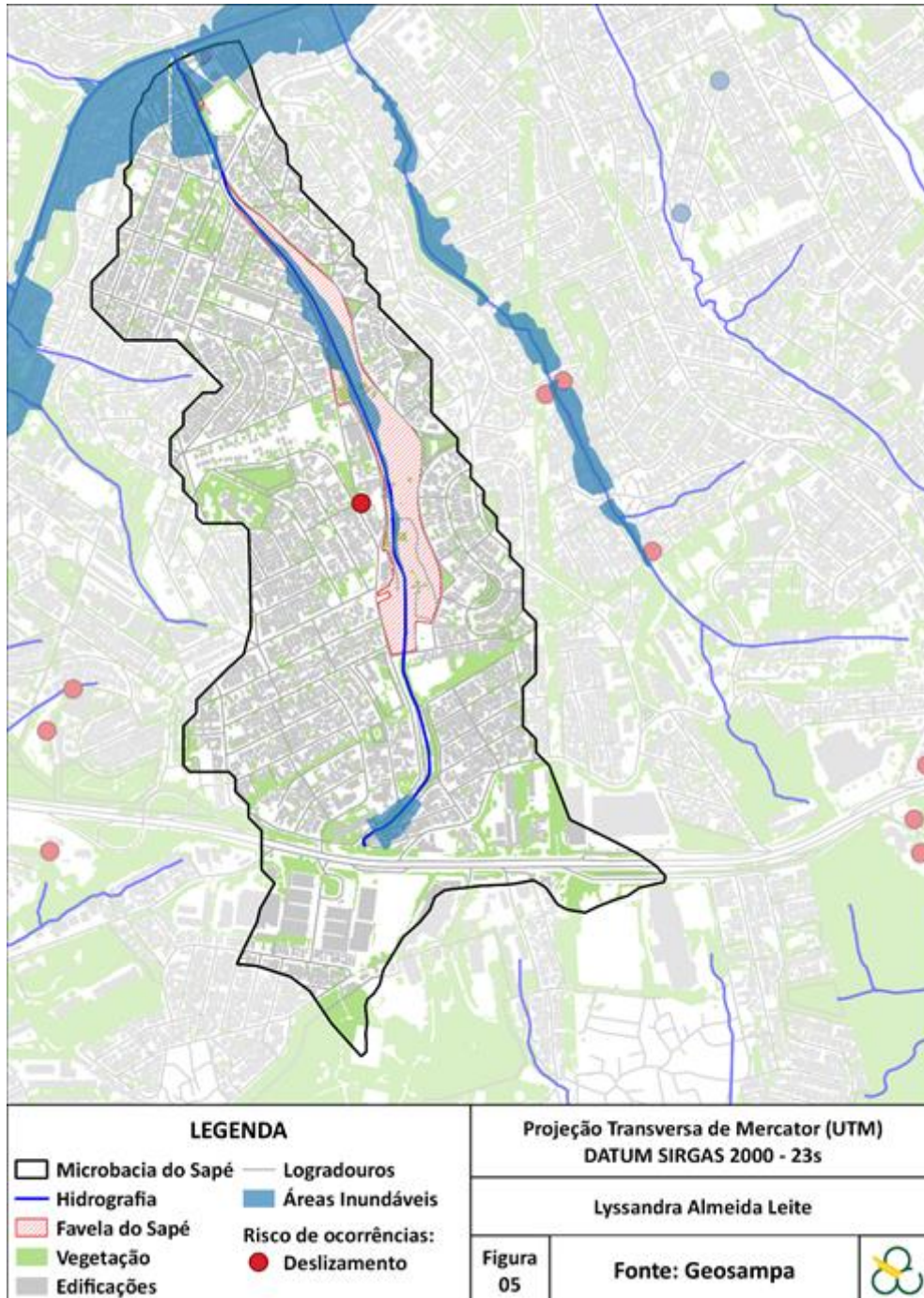
Figura 32. Mapa de Vegetação da Bacia do Sapé



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

A partir da Figura 33, são analisadas as áreas de risco na localização da bacia estudada. Conforme dados disponibilizados pelo Geosampa, nota-se o risco de inundação ao longo do eixo do Córrego do Sapé, principalmente na área de sua foz, no Ribeirão do Jaguaré, e ao longo da Favela do Sapé, amplamente ocupada por loteamentos irregulares e assentamentos precários.

Figura 33. Mapa de áreas de risco da Bacia do Sapé

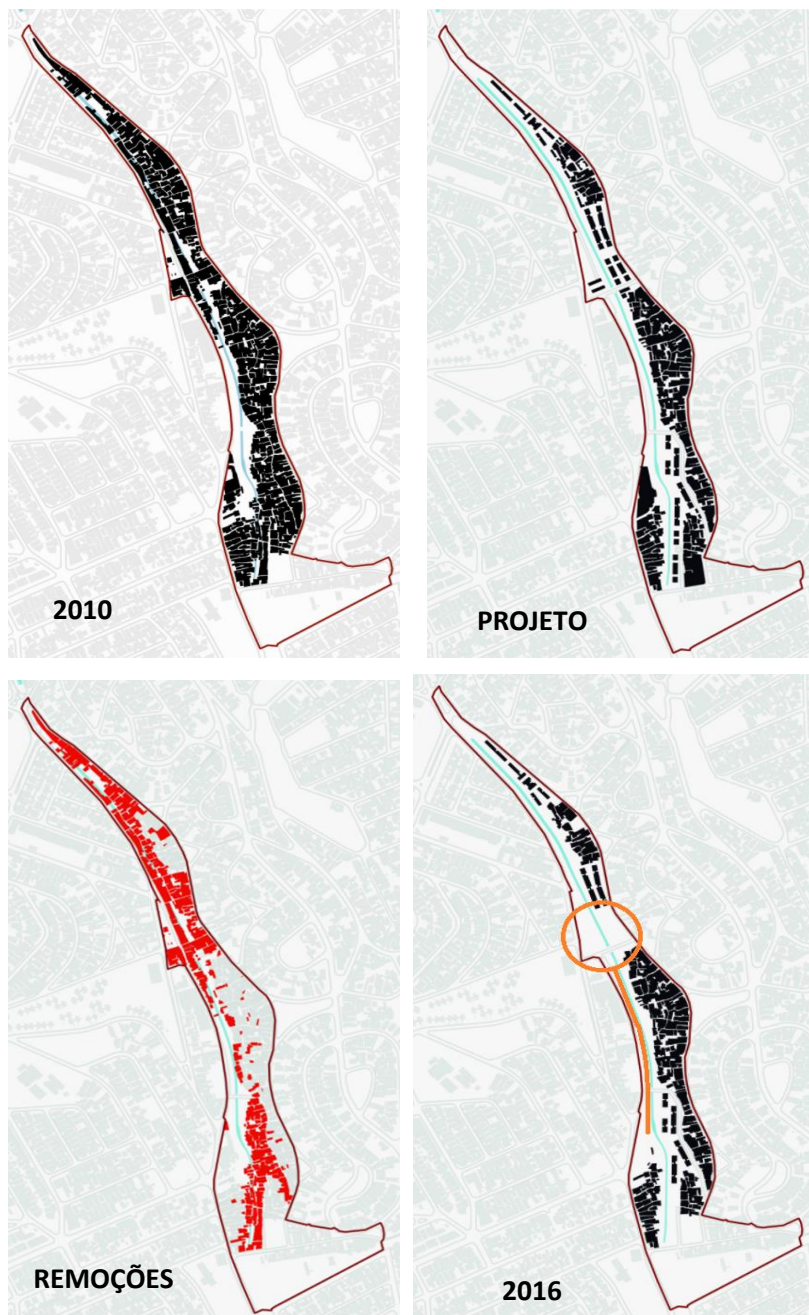


Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

1.3.3 Aspectos urbanos

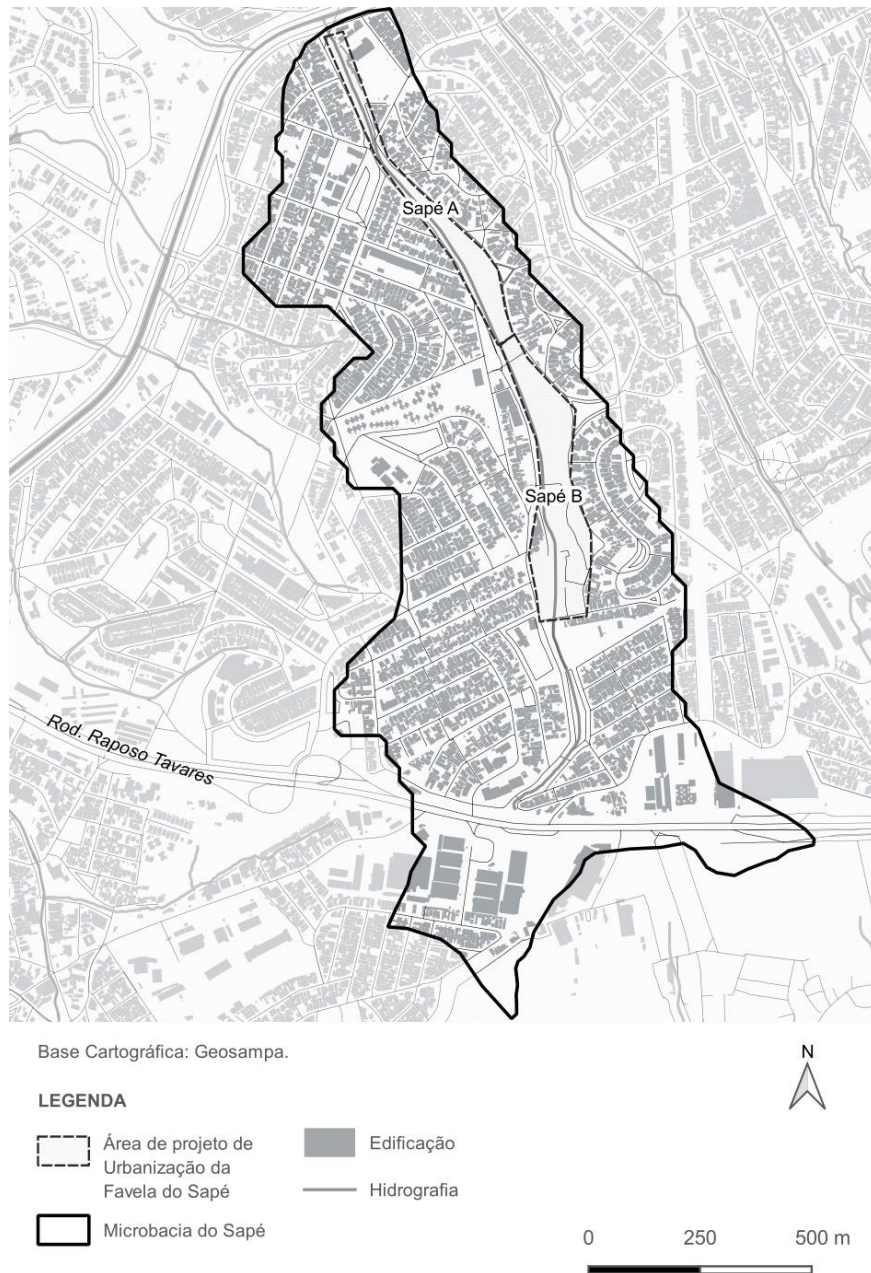
Para os aspectos antrópicos da ocupação da área estudada, tem-se primeiramente a análise do uso e ocupação do solo. A Figura 34 mostra a evolução histórica da ocupação na bacia, utilizando dados do Google Earth. Por ser uma área entre duas vias importantes da Zona Oeste (Av. Politécnica e Rodovia Raposo Tavares), a região do Córrego do Sapé se estruturou por conta das oportunidades e acesso às regiões com emprego e renda para a comunidade. A Figura 35 mostra aspectos urbanos no entorno da área de intervenção.

Figura 34. Evolução histórica da ocupação na Favela do Sapé.



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com dados do Google Earth.

Figura 35. Aspectos urbanos no entorno da área de intervenção na Favela do Sapé.

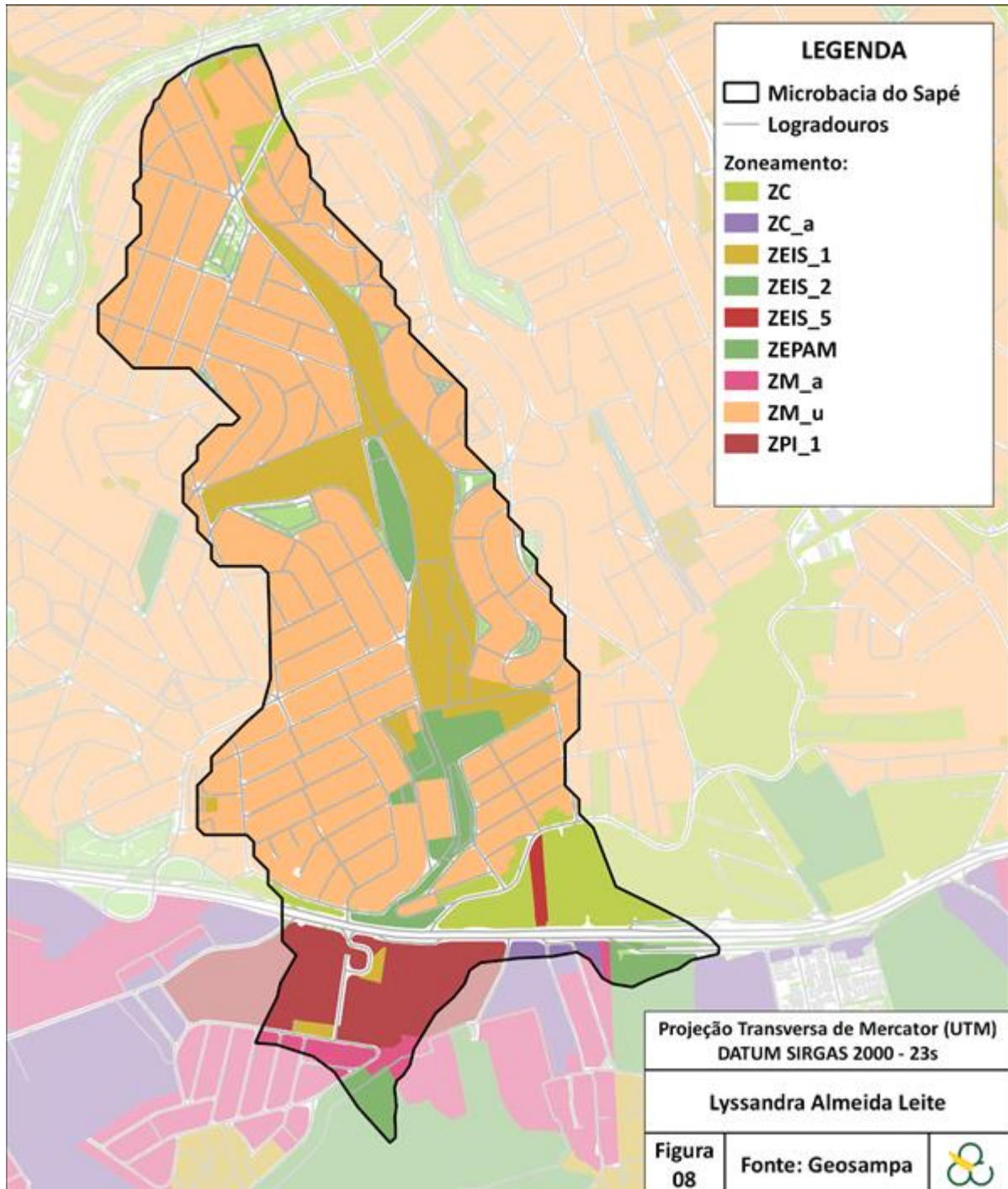


Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

O zoneamento da área da Bacia do Sapé (Figura 36) se baseia majoritariamente em Zona Mista (ZM) se limitando pela Favela do Sapé que se caracteriza como Zona Especial de Interesse Social 1 (ZEIS 1). De acordo com o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, Lei 16.050/2014, as Zona Mistas são definidas por usos residenciais e não residenciais, podendo ser esse mesmo uso mesclado no mesmo lote ou edificação. Já por sua vez, as Zonas Especiais de Interesse Social são destinadas a moradia popular e incremento de melhorias urbanísticas como ferramenta de transformação. Especificamente a ZEIS 1 se caracteriza por favelas e loteamentos irregulares, onde o interesse é não

remover os moradores, e como supracitado, promover melhorias com regularização fundiária e urbanística, além de produção de habitação de interesse social.

Figura 36. Zoneamento da Bacia do Sapé.



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

Com o levantamento de assentamentos precários, que envolvem a análise quantitativa de favelas, núcleos habitacionais e loteamentos irregulares segundo a base de dados do Geosampa,

obtem-se o mapa de cheios e vazios da Figura 37. Nota-se uma grande densidade habitacional ao longo do eixo principal do Córrego do Sapé, com pequenos lotes seguindo os logradouros. Alinhado a este tipo de ocupação também há a parte da infraestrutura habitacional proveniente das obras de adequação já realizadas por programas de urbanização de favelas, destacando a Favela do Sapé, que contou com obras de canalização e regularização dos lotes nas margens do córrego.

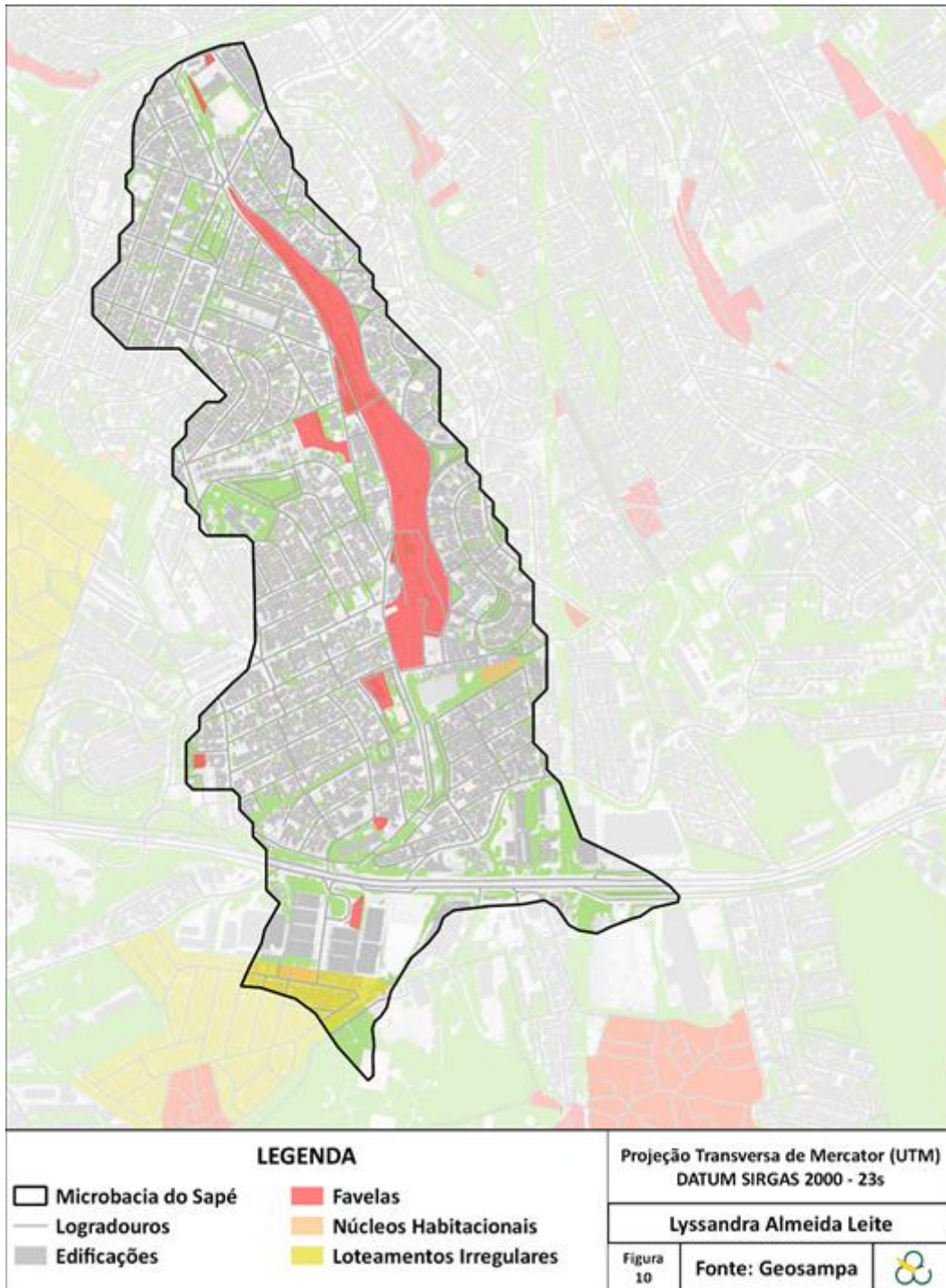
Figura 37. Mapa de cheios e vazios da Bacia do Sapé



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

Além da Favela do Sapé, outros assentamentos precários estão inseridos na região estudada (Figura 38), somando uma área de 0,26km² em relação à bacia, compondo 24% da extensão territorial, com destaque para a Favela Castelinho e Mario Belmonte, além do núcleo habitacional de Colorado.

Figura 38. Assentamentos precários da Bacia do Sapé.



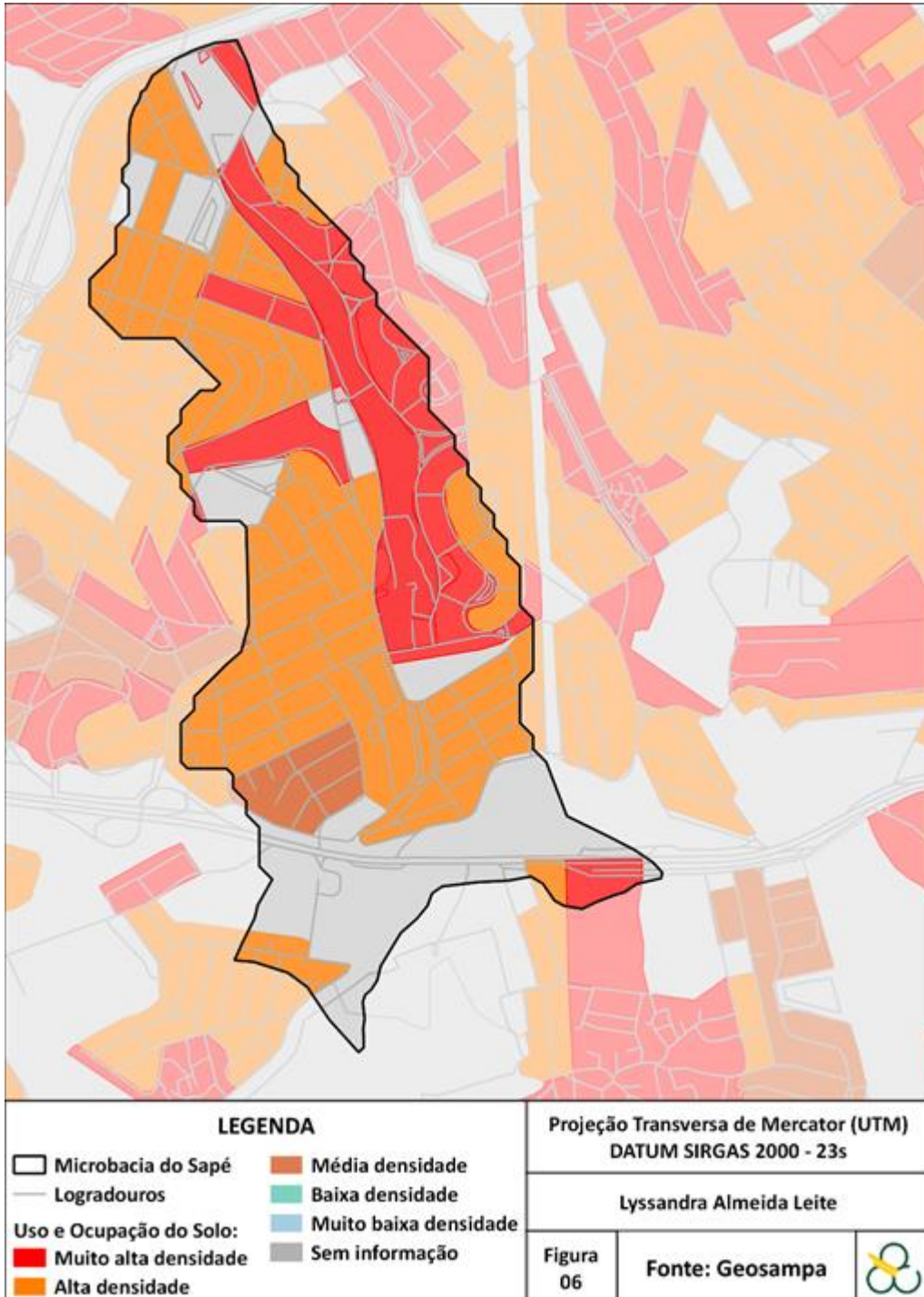
Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

1.3.4 Aspectos socioeconômicos

A bacia não apresenta altas densidades domiciliares (Figura 39). Contudo, destacam-se maiores densidades concentradas na Favela do Sapé e intermediações. A maior parte da área apresenta

densidade habitacional entre 50 e 150 hab./ha, e as áreas de maior densidade domiciliar superam 300 hab./ha.

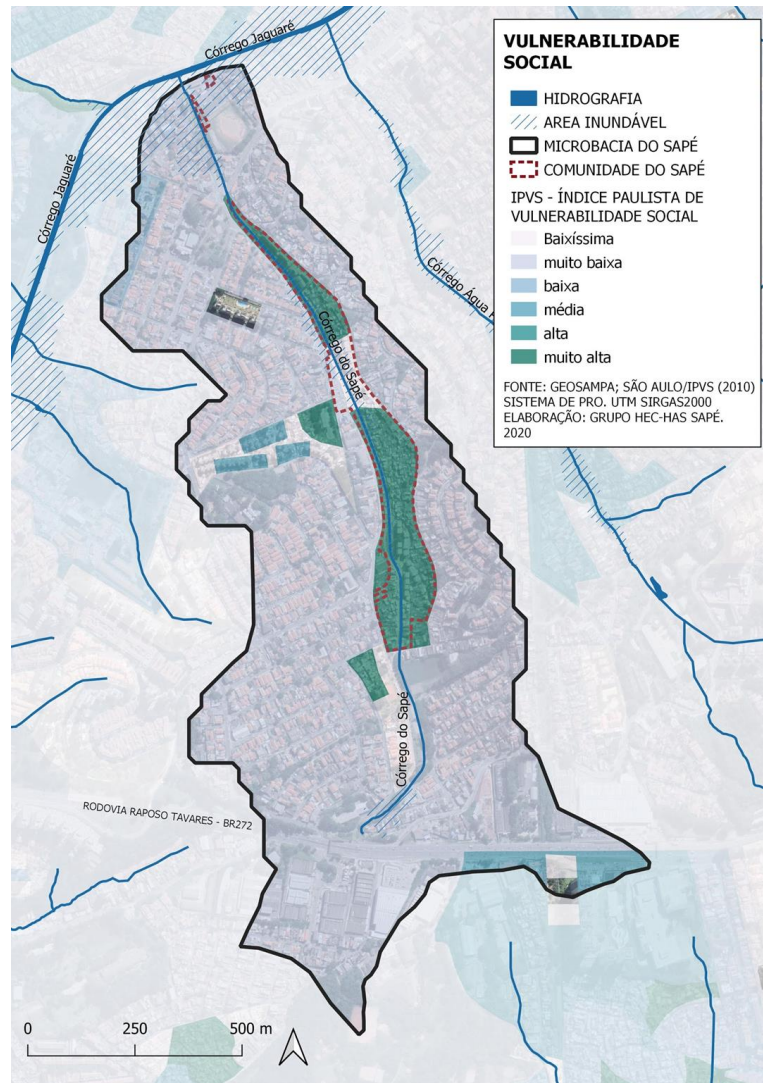
Figura 39. Densidade populacional na Bacia do Sapé.



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

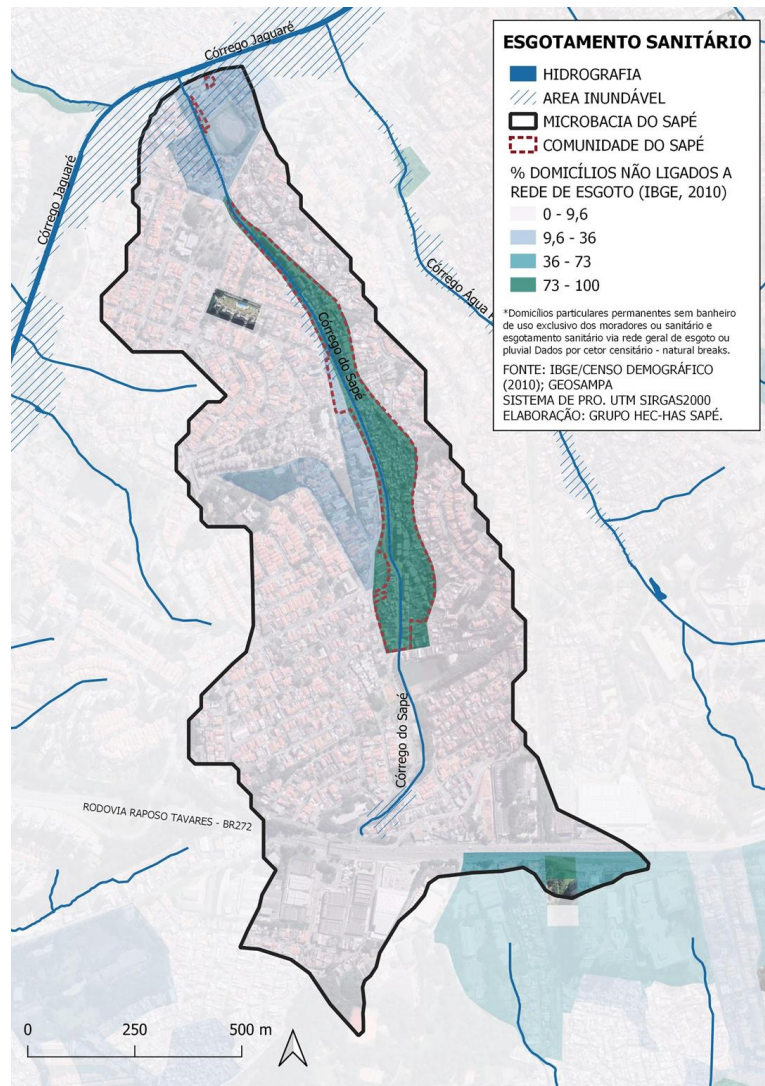
A Favela do Sapé apresenta altos índice de vulnerabilidade social, conforme se observa na Figura 40. Além disso, segundo dados do IBGE (2010), aproximadamente 970 domicílios não possuem acesso a rede de esgotamento sanitário (Figura 41).

Figura 40. Vulnerabilidade social na Favela do Sapé.



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

Figura 41. Esgotamento sanitário na Favela do Sapé.



Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa

PARTE II | ANÁLISE DO COMPONENTE DA DRENAGEM

2.1. Modelagem hidrológica

O modelo hidrológico de chuva-vazão adotado foi o *Soil Conservation System* (SCS), que representa o processo pelo qual o volume de precipitação escoar e atinge os canais de macrodrenagem de uma bacia hidrográfica, sendo dependente de características fisiográficas da bacia e das condições de escoamento e infiltração da água no solo (GRACIOSA, 2020). Já a propagação de onda de cheia nos corpos d'água corresponde a um processo hidrológico em que ocorre o evento de difusão, resultando na atenuação das vazões de pico dos hidrogramas, ou seja, um armazenamento temporário no trecho de canal.

Uma das características da propagação em canais é que o pico da vazão efluente é decorrente após o cruzamento entre os hidrogramas afluente e efluente (CAMPOS, 2009). Para simular esse fenômeno foi adotado o Método de Muskingum, um modelo hidrológico baseado na equação da continuidade, uma relação matemática entre o nível de água e a vazão efluente e alguma relação entre o nível da água e o volume armazenado no corpo d'água (CAMPOS, 2009).

Para o desenvolvimento da modelagem hidrológica utilizando ambos os métodos supracitados, foi utilizado o software HEC-HMS (*Hydrologic Modelling System*), da plataforma HEC (*Hydrologic Engineering Center*), desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. Os parâmetros adotados foram:

- Topografia local e sistema viário para subdivisão da bacia, definição de nós de contribuição e trechos para aplicação da propagação de onda de cheia;
- Equação de Martinez e Magni (2018) para obtenção da intensidade da chuva de projeto a partir da duração e tempo de retorno (TRs adotados de 10, 25 e 100 anos);
- Hietograma – discretização da chuva de projeto ao longo de intervalos adotando-se a distribuição empírica proposta por Huff (1967);
- *Curve Number¹¹* (CN) calculado em média considerando cada CN estimado por subdivisão da bacia, a partir dos valores de referência definidos no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Prefeitura de São Paulo (2013) e em Tucci (1993);
- Conforme recomendado por Campos (2009), os parâmetros K e x do Método de Muskingum adotados na Bacia do Sapé foi K de 1,50 m/s e X de 0,1; Bacia do Ponte Baixa: K de 1,50 m/s para os trechos iniciais e de 2,50 m/s para os trechos que recebem contribuição e X de 0,20 e 0,30, respectivamente, para os trechos iniciais e finais da bacia.

A chuva de projeto é a chuva crítica de referência que serve de base para a formação de cheias e é estimada com base na intensidade de precipitação fornecida por uma curva idf (intensidade-duração-frequência). Estas curvas são funções que relacionam a intensidade da chuva com sua duração e frequência estatística de ocorrência, o Tempo de Retorno (TR), que se refere ao tempo médio (em anos) em que um evento de precipitação é igualado ou superado (GRACIOSA, 2020).

Para o Município de São Paulo, a Equação 1 é a de chuva utilizada, proposta por Martinez e Magni (1999), por meio da qual a intensidade de precipitação é convertida em precipitação total no intervalo considerado e o hietograma de projeto é obtido pela desagregação temporal da chuva (GRACIOSA, 2020). Nesta, tem-se que a intensidade da chuva $i_{t,T}$ (mm/min) é determinada pela sua duração (t, em minutos) e o TR (em anos).

$$i_{t,T} = 39,3015 (t+20)^{-0,9228} + 10,1767 (t+20)^{-0,8764} [-0,4653 - 0,8407 \ln \ln (TT-1)] \quad (1)$$

Após determinar a chuva de projeto, elaborou-se o hietograma para distribuir a chuva total dentro do período de 2 horas, em um intervalo de 10 minutos. Esta distribuição pode ser feita utilizando uma curva idf distribuída por um hietograma arbitrário, ou a partir de séries históricas de registros pluviográficos onde cria-se um hietograma empírico para o local (CAMPOS, 2009).

Nesta análise utilizou-se a distribuição empírica proposta por Huff (1967), que analisou 261 tempestades no Estado de Illinois, nos Estados Unidos, construindo hietogramas sintéticos empíricos para aplicação em bacias hidrográficas de até 400 m². Neste método, uma precipitação isolada foi definida como chuva intensa, separada da precipitação que a antecede, por um intervalo de seis horas ou mais, e as distribuições temporais foram expressas em termos de probabilidade devido à grande variabilidade existente.

Assim, Huff classificou e agrupou as precipitações de acordo com o quartil em que a chuva mais intensa ocorreu e, para cada um dos quatro quartis, fez uma análise estatística a fim de obter as curvas adimensionais de distribuição temporal, relacionadas a uma probabilidade de excedência (ABREU; et al, 2016). Portanto, com a distribuição temporal das chuvas do 1º quartil, é possível estabelecer para cada percentual de chuva aquele percentual de chuva acumulada total e o percentual de chuva acumulada por intervalo de tempo (ABREU; et al, 2016).

O *Curve Number* (CN) é um parâmetro utilizado no método SCS dependente do tipo de solo e das condições de seu uso e ocupação, bem como da umidade antecedente do solo. Para sua estimativa, utilizou-se os valores disponíveis no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Prefeitura de São Paulo, que o define de acordo com o grupo hidrológico do solo e o seu uso e ocupação (SÃO PAULO, 2012).

O tempo de concentração (t_c) se refere àquele necessário para que toda a bacia esteja contribuindo para o escoamento superficial de uma dada seção, ou, ainda, é o tempo para que uma gota de água que caia no ponto mais a montante de uma bacia chegue à jusante (CAMPOS, 2009).

O t_c foi estimado com a Equação 2, para cada uma das sub-bacias, em posse de informações de comprimento do talvegue (L), a velocidade média do escoamento (v) e o tempo de difusão (t_d), este referente ao tempo de início da chuva e a entrada do escoamento nos canais de macrodrenagem. Todavia, o método SCS considera o LAG Time, que define um hidrograma de unidade curvilínea caracterizando a porcentagem de escoamento unitário que ocorre antes do pico do hidrograma (USACE, 2018), estimado como 60% do tempo de concentração da bacia.

$$t_c = L/60.v + t_d \quad (2)$$

Para além dos parâmetros acima descritos, cabe mencionar os relacionados ao escoamento de base, definido pelo método da recessão do hidrograma, que busca aproximar o comprimento típico em bacias hidrográficas quando as vazões nos rios diminuem exponencialmente após um evento de chuva e é definido pela Equação 3. Nesta, a vazão de base (Q_t) é determinada pelo escoamento de base inicial (Q_0) e uma constante de recessão k , para um determinado tempo (t).

$$Q_t = Q_0 k^t \quad (3)$$

Vale mencionar que este escoamento de base, por não ser crítico, poderia ter sido desconsiderado para fins de simulação na modelagem de bacias hidrográficas urbanas (USACE, 2017). Entretanto, adotou-se um escoamento de base inicial de 0,20 m³/s.km³, uma constante de recessão de 0,01 e taxa para o pico de 0,10 (FANG; et al, 2018).

A calibração do modelo hidrológico foi realizada com eventos observados, e teve por objetivo identificar parâmetros razoáveis que proporcionam o melhor ajuste dos parâmetros adotados e observados, medidos como uma das funções objetivos disponibilizados no HEC-HMS. Matematicamente corresponde à busca por parâmetros que minimizem o valor da função objetivo (USACE, 2000).

A função de busca utilizada foi a simplex, que procurava pelo valor de parâmetro ótimo utilizando o conhecimento adquirido em iterações feitas previamente para identificar boas estimativas, rejeitar estimativas ruins e gerar estimativas baseadas no padrão estabelecido como bom. Como função objetivo utilizou-se a soma dos quadrados residuais, que compara os parâmetros da simulação observada e simulada pela soma dos quadrados das diferenças, desconsiderando as

superestimações e subestimações indesejadas dos parâmetros e servindo como medida implícita da comparação da magnitude de ambos os picos dos hidrogramas dos eventos que foram observados e simulados (USACE, 2000).

Como dado de entrada para a calibração da modelagem, a vazão observada foi calculada por meio da Equação 4, a de Manning, com base na altura d'água observada e as características observadas da seção. Esta equação define que a vazão (Q) é dependente da área molhada (Am), raio hidráulico (Rh) e declividade (I0) de uma dada seção de canal.

$$Q = 1nAmRh^{2/3}I_0^{3/2} \quad (4)$$

2.2. Modelagem Hidráulica

Complementando a modelagem hidrológica, a modelagem hidráulica permitiu a avaliação da capacidade hidráulica dos condutos e eventuais transbordamentos. Ou seja, aplicando-se as vazões encontradas no modelo hidrológico, foi possível avaliar se as infraestruturas de drenagem suportam ou não tais vazões. Além disso, analisou-se se o controle quantitativo foi realizado.

A modelagem hidráulica que foi realizada utiliza os conceitos da hidráulica de canais, ou de condutos livres, que têm por principal característica a presença da pressão atmosférica atuando sobre a superfície da água, em seção aberta ou até mesmo fechada (como trechos de canais de rios urbanos) (PORTO, 2006).

O escoamento de condutos livres pode ser classificado de diversas formas, considerando diversos critérios, tais como (PORTO, 2006):

- Permanente e não permanente: tendo o tempo como critério classificatório, é dito permanente quando a velocidade e os outros parâmetros (como geometria do canal) são constantes no tempo, enquanto no não permanente enquanto a velocidade varia com o tempo.
- Uniforme ou variado (não uniforme): com o espaço como critério de classificação, ele é uniforme quando as velocidades são paralelas entre si e constantes em uma mesma trajetória (linha d'água constante), e variado quando as trajetórias não são paralelas entre si e os elementos característicos variam ao longo de uma da seção. O variado ainda pode ser classificado como gradualmente ou rapidamente variado.
- Laminar e turbulento: o primeiro é caracterizado pelo movimento em lâminas ou camadas, onde não há mistura de camadas de fluidos adjacentes, e turbulento quando há um

movimento tridimensional aleatório das partículas do escoamento. É determinado pelo número de Reynolds.

- Crítico, subcrítico e supercrítico: é dito crítico, quando a energia específica (disponível em uma seção, tendo como referência o plano horizontal do fundo do canal) é mínima para uma dada vazão ou quando uma vazão é máxima para uma dada energia específica. É determinado pelo número de Froude, e pode ser caracterizado como torrencial/rápido/supercrítico ou lento/subcrítico.

Considerando estes conceitos, a modelagem hidráulica foi realizada utilizando o modelo de Remanso (escoamento permanente gradualmente variado, em regime crítico, subcrítico ou supercrítico) no software HEC-RAS (River Analysis System), da plataforma HEC (*Hydrologic Engineering Center*), desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. Abaixo, estão descritos os principais parâmetros obtidos e adotados, bem como os resultados da modelagem hidráulica.

O modelo de remanso (ou de curvas de remanso) é utilizado para definir as linhas d'água e verificar as capacidades de vazão em canais com características variáveis que conduzem a um escoamento gradualmente variado. É o modelo comumente utilizado na área da drenagem urbana para o dimensionamento e verificação da capacidade hidráulica da vazão dos canais (CANHOLI, 2015). O escoamento permanente gradualmente variado, seja sob regime crítico, subcrítico ou supercrítico, foi adotado no software HEC-RAS.

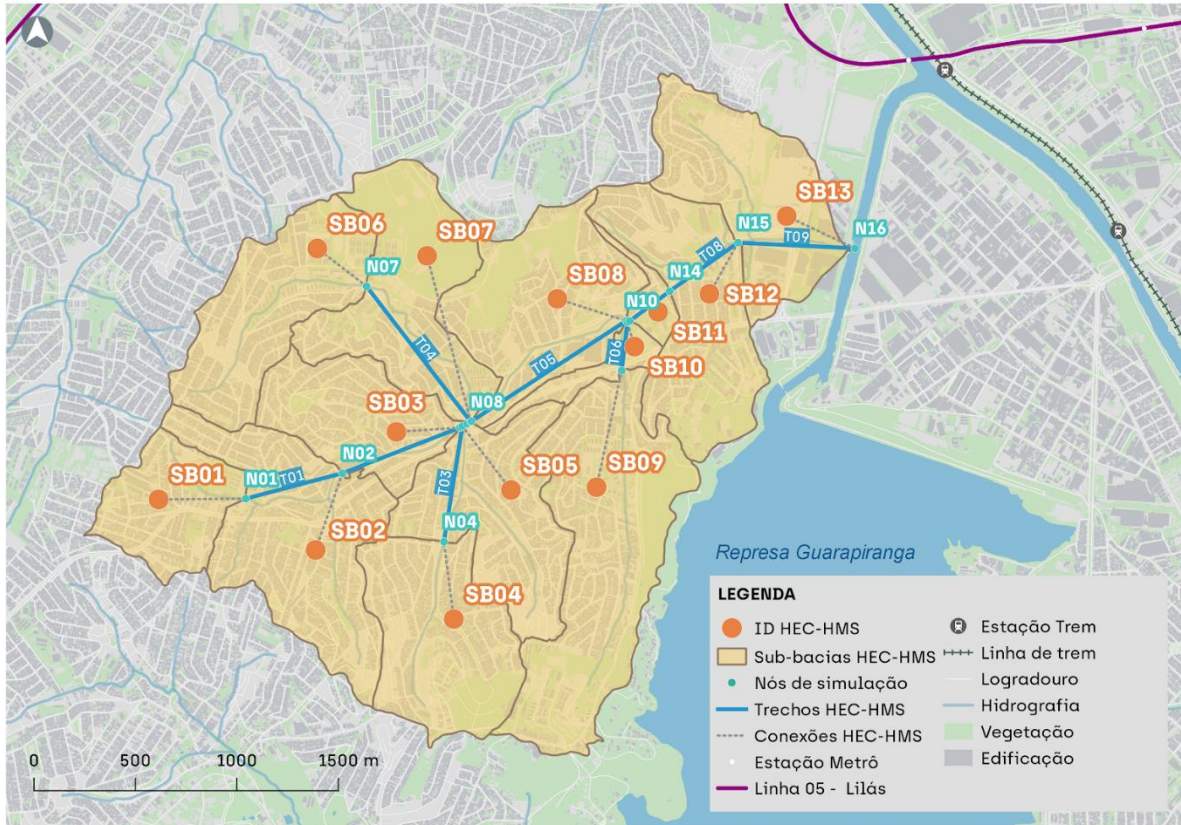
Para a simulação da linha d'água no regime de remanso na modelagem hidráulica são adotadas seções, sendo necessário os dados de geometria de cada seção – declividade, cota de fundo, base e largura. Estas seções estão relacionadas aos nós hidrológicos adotados no modelo hidrológico no HEC-HMS. Também é necessário informar a altura da lâmina d'água das seções a jusante e à montante (condições de contorno). Para a seção a jusante foi adotada a altura crítica do HEC-RAS. Para os trechos a montante, para cada um dos TR, a linha d'água foi estimada utilizando a Equação de Manning, adotando-se como parâmetro n de Manning o padrão para todas as seções como 0,018.

2.3. Bacia do Ponte Baixa

Considerando como critério de separação a topografia local e o sistema viário, a bacia da Ponte Baixa foi subdividida em 13 sub-bacias em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), onde obteve-se a área de cada uma destas. Na Figura 42 é possível observar as sub-bacias bem como os nós de simulação considerados na modelagem no HEC-HMS. Também da Figura 42 é possível observar os

trechos de canais que foram consideradas para a propagação da onda de cheia pelo método de Muskingum, em que se definiu 9 trechos no total.

Figura 42. Sub-bacias da Bacia do Ponte Baixa



Fonte: elaborado pelos autores.

Foram consideradas três chuvas de projeto para a realização da modelagem hidrológica, para os TR de 10, 25 e 100 anos, com duração de 2 horas. Assim, por meio da equação 1, tem-se a intensidade da chuva $i_{t,T}$ (mm/min) e a precipitação total para o intervalo de 2 horas (mm), conforme Tabela 1. Levando isso em conta, as chuvas foram discretizadas seguindo a distribuição de Huff 1º Quartil, conforme Tabela 2.

Tabela 1. Chuvas de projeto utilizadas na modelagem hidráulica.

Variáveis		TR		
		10	25	100
Intensidade da chuva	$i_{t,T}$ (mm/min)	0,6462	0,7683	0,9488
Precipitação	P (mm)	77,5	92,2	113,9

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Tabela 2. Distribuição das chuvas de projeto utilizando Huff 1º Quartil.

t (min)	Huff 1º Quartil	TR		
		10	25	100
10	0,13	10,25	12,19	15,05
20	0,27	21,24	25,26	31,19
30	0,21	16,12	19,16	23,66
40	0,12	9,00	10,70	13,21
50	0,07	5,51	6,55	8,08
60	0,05	4,11	4,89	6,04
70	0,05	3,56	4,24	5,23
80	0,03	2,17	2,58	3,18
90	0,02	1,86	2,22	2,74
100	0,02	1,86	2,21	2,73
110	0,02	1,25	1,49	1,84
120	0,01	0,61	0,73	0,90
Intensidade da chuva	$i_{t,T}$ (mm/min)	0,6462	0,7683	0,9488
Precipitação	P (mm)	77,5	92,2	113,9

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Para cada sub-bacia fez-se uma média ponderada do CN atribuído pela área de cada uso e ocupação do solo predominante, em ambiente SIG, com vistas a gerar um valor de CN médio por sub-bacia. Vale destacar que a bacia está localizada sobre Argissolo Vermelho, com textura argilosa ou muito argilosa de acordo com informações fornecidas pelo IBGE (2020) e que é pertencente ao grupo hidrológico B, de acordo com Sartori (2004).

Tabela 3. CN por sub-bacia da bacia do Ponte Baixa.

Sub-bacia	Área total (km ²)	CN ponderado médio por bacia
1	0,34	88
2	0,76	89
3	0,42	89
4	0,6	87
5	0,56	89
6	0,56	88
7	0,63	87
8	0,63	88
9	0,93	89
10	0,1	92
11	0,07	90
12	0,62	90

13	0,59	91
----	------	----

Fonte: elaborado pelos autores (2020) baseado em dados do Geosampa (2016) e São Paulo (2012).

Considerando um valor médio da velocidade de 2,50 m/s e um tempo de difusão de (t_d) de 5 minutos, a Tabela 4 apresenta os valores do comprimento de talvegue para cada uma das sub-bacias, bem como o LAG time estimado, com base na Equação 2.

Tabela 4. Parâmetros utilizados para determinação do LAG Time de cada sub-bacia do Ponte Baixa.

Sub-bacia	Curso D'água	L (m)	v (m/s)	t_d (min)	t_c (min)	LAG time (min)
1	Córrego Ponte Baixa	559,31	2,50	5,00	8,73	5,24
2	Córrego Ponte Baixa	593,41	2,50	5,00	8,96	5,37
3	Córrego Ponte Baixa	693,73	2,50	5,00	9,62	5,77
4	Sem denominação	1077,86	2,50	5,00	12,19	7,31
5	Sem denominação	590,09	2,50	5,00	8,93	5,36
6	Sem denominação (Jardim Letícia)	1297,03	2,50	5,00	13,65	8,19
7	Sem denominação (Jardim Letícia)	976,82	2,50	5,00	11,51	6,91
8	Córrego Ponte Baixa	999,26	2,50	5,00	11,66	7,00
9	Córrego Itapuquera	2029,60	2,50	5,00	18,53	11,12
10	Córrego Itapuquera	245,88	2,50	5,00	6,64	3,98
11	Córrego Ponte Baixa	258,82	2,50	5,00	6,73	4,04
12	Córrego Ponte Baixa	424,14	2,50	5,00	7,83	4,70
13	Córrego Ponte Baixa	586,60	2,50	5,00	8,91	5,35

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Do Método de Muskingum, os parâmetros K e x do foram adotados para os 9 trechos definidos, conforme Tabela 5. Para estimar o K em função da velocidade, adotou-se valores de 1,50 m/s para trechos iniciais e 2,50 m/s para os trechos que recebem contribuição, utilizando também o comprimento daquele trecho para sua estimativa. Já o x, atribui-se 0,20 para os trechos iniciais e 0,30 para os que recebem contribuição, conforme recomendado por Campos (2009).

Tabela 5. Parâmetros definidos para cada trecho na propagação da onda de cheia na Bacia do Ponte Baixa.

Trecho	Sub-bacia	Curso D'Água	L (m)	v (m/s)	K	x
T01	SB02	Córrego Ponte Baixa	593,41	1,5	0,11	0,2
T02	SB03	Córrego Ponte Baixa	693,73	2,5	0,08	0,3
T03	SB05	Sem denominação	590,09	1,5	0,11	0,2

T04	SB07	Sem denominação (intervenção Letícia)	976,82	2,5	0,11	0,2
T05	SB08	Córrego Ponte Baixa	999,26	1,5	0,19	0,3
T06	SB10	Córrego Itapuquera	245,88	1,5	0,05	0,2
T07	SB11	Córrego Ponte Baixa	258,82	1,5	0,05	0,3
T08	SB12	Córrego Ponte Baixa	424,14	2,5	0,05	0,3
T09	SB13	Córrego Ponte Baixa	586,6	2,5	0,07	0,3

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Para aplicar a Equação 3, foram utilizados dados da geometria da seção obtidos do projeto de canalização do Córrego do Ponte Baixa e disponibilizado pela Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras de São Paulo (SIURB). A seção próxima ao N14 tem tipologia de canal aberto retangular, com capacidade hidráulica, também calculada pela Equação 3, de 190,55 m³/s considerando o free board e 164,41 m³/s considerando-o.

Tabela 6. Características da seção no N14 da Bacia do Ponte Baixa.

Cota de fundo	B	H	I ₀	n	Free Board		H _{útil}	A _m	P _m	R _h	Cap.
					(%H)	m					
M	m	m	m/m	adm.			m	m ²	m	m	m ³ /s
723,4	10	3,50	0,0037	0,018	0,0	0	3,5	35,00	17,00	2,06	190,55
					0,1	0,35	3,15	31,50	16,30	1,93	164,41

Fonte: elaborado pelos autores (2020) com dados da SIURB (2020).

Foram adotados 7 eventos de precipitação e linha d'água de um posto do Sistema de Alerta e Inundação do Estado de São Paulo (SAISP), próximo ao N14 da simulação do HEC-HMS, localizado na Rua Guilherme Valente, no cruzamento com a Avenida Luiz Gushiken, na longitude -46.73297 e latitude -23.66615, que teve início de operação em Novembro de 2014.

As datas utilizadas para buscar estes eventos (Tabela 7) se basearam em notícias de extravasamento do Córrego da Ponte Baixa encontrados na internet, especialmente nas Avenidas Guarapiranga e Luiz Gushiken, bem como no mapeamento disponível no Geosampa (2020) que indicava, nos últimos dois anos, a ocorrência de dois eventos.

Tabela 7. Datas e horários dos eventos considerados para calibração da simulação hidrológica da Bacia do Ponte Baixa.

Evento	Data	Horário	Motivo
1	19/02/2016	15:00 – 19:00	Transbordamento na Avenida Guarapiranga noticiado na internet.
2	09-10/11/2016	16:00 – 10:00	Transbordamento na Avenida Luiz Gushiken noticiado na internet.

3	30/03/2018	14:00 – 20:00	Transbordamento na Avenida Luiz Gushiken noticiado na internet.
4	31/03/2018	17:00 – 20:00	Transbordamento na Avenida Luiz Gushiken noticiado na internet.
5	06/02/2019	06:00 – 18:00	Mapeamento do Geosampa (caracterizado como inundação).
6	10-11/03/2019	18:00 – 04:00	Mapeamento do Geosampa (caracterizado como alagamento).
7	17/03/2019	12:00 – 18:00	Transbordamento na Avenida Luiz Gushiken noticiado na internet.

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Os parâmetros calibrados foram o CN, LAG Time, o K e x do Método de Muskingum. Para cada evento, obteve-se um valor calibrado aceitável para a aproxima o numérica realizada no HEC-HMS, nas sub-bacias e trechos definidos   montante do N14 (ponto de referência da calibra o). Desta maneira, conseguiu-se um conjunto destes parâmetros e para a realiza o da modelagem foi utilizada a média entre os valores obtidos para cada um destes 7 eventos (Tabela 8).

Tabela 8. Média dos parâmetros calibrados para as sub-bacias e trechos de canais definidos a montante do N14 da Bacia do Ponte Baixa.

Sub-bacia	Parâmetros Calibrados		Trecho	Parâmetros Calibrados	
	CN	LAG Time (min)		K Muskingum	x Muskingum
SB01	98	4,99	T01	0,05	0,29
SB02	96	5,07	T02	0,07	0,19
SB03	94	5,38	T03	0,08	0,19
SB04	88	6,81	T04	0,17	0,29
SB05	88	7,69	T05	0,04	0,19
SB06	84	6,46	T06	0,10	0,20
SB07	81	6,55	T07	0,04	0,30
SB08	83	6,73			
SB09	82	10,67			
SB10	87	3,85			
SB11	86	3,94			

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Utilizando os parâmetros descritos, considerando os calibrados com os eventos observados, a modelagem hidrológica foi realizada para o cenário atual da bacia para as chuvas de projeto de TR 10, 25 e 100 anos. Com isto, foi possível obter as vazões máximas (Tabela 9) observadas para cada um dos nós de simula o, que aumentam conforme se aumenta o TR.

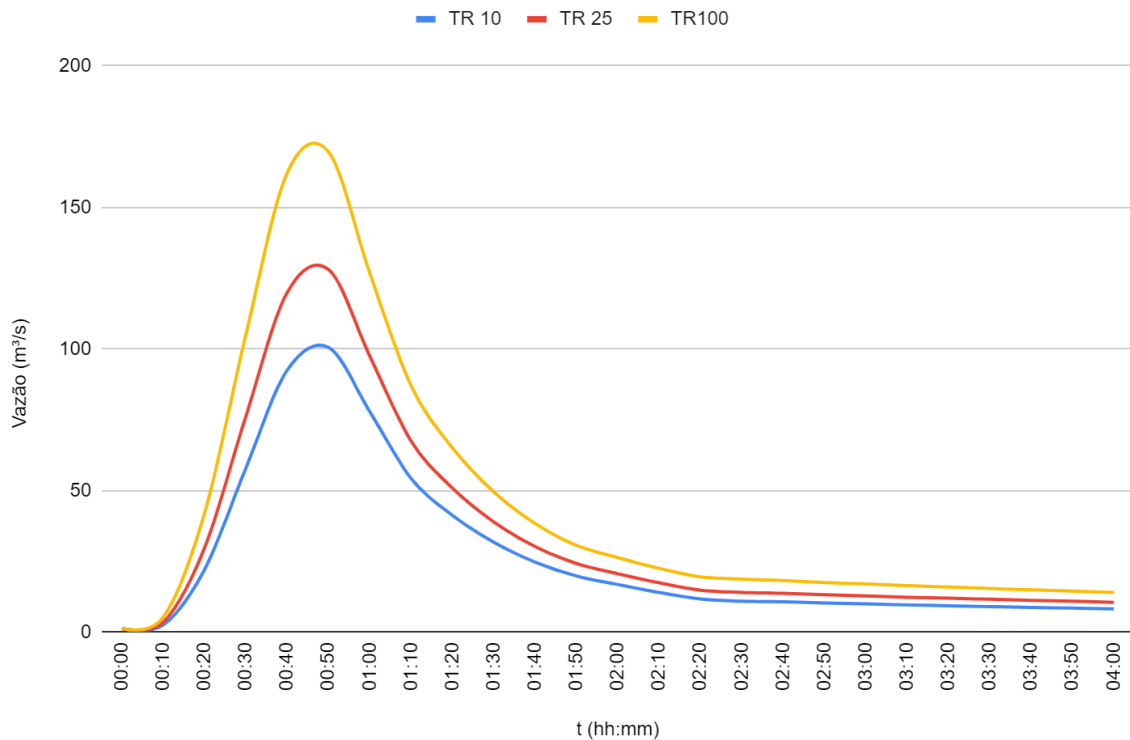
Tabela 9. Vazões máximas observadas nos nós de simulação (com parâmetros calibrados) da Bacia do Ponte Baixa.

Nó Simulação	Área (km ²)	TR 10	TR 25	TR 100
N01	0,34	9,3	11,2	14
N02	1,1	29,7	35,8	44,9
N03	1,52	39	47,7	60,4
N04	0,6	10,2	13,3	17,9
N05	1,16	18,1	23,2	31,9
N06	2,68	56,6	70,9	92,3
N07	0,56	7,7	10,4	14,5
N08	3,87	67,9	86,8	115,5
N09	3,87	67,9	86,8	115,5
N10	4,5	75,8	95,7	125,7
N11	0,93	10,5	14,1	19,7
N12	1,03	10,7	14,6	20,8
N13	5,53	86,4	110,3	146,5
N14	5,6	89,2	114,5	153,1
N15	6,22	95	122,6	164,9
N16	6,81	100,6	128,1	169,6

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

No exutório da bacia, no N16, as vazões máximas observadas para os TR 10, 25 e 100 anos são, respectivamente, 100,6 m³/s, 128,1 m³/s e 169,6 m³/s. Na Figura 43 se observa o hidrograma para o exutório da bacia. Das outras vazões observadas, cabe mencionar aquelas observadas nos pontos de simulação: N09, que recebe a contribuição da intervenção do Jardim Letícia e também do Córrego do Ponte Baixa; e do N13, que recebe contribuição da área do Córrego do Itapuquera e também a jusante do Córrego do Ponte Baixa.

Figura 43. Hidrograma do exutório da Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Uma primeira verificação feita utilizou a Equação 4, de Manning, nos pontos a jusante dos trechos de canal, a fim de verificar se a capacidade atual comporta as vazões que foram simuladas. Para isto, com informações das características geométricas de uma dada seção, a capacidade hidráulica (ou seja, de comportar uma dada vazão) foi comparada com as vazões máximas que foram simuladas para os três TR.

Os dados da geometria do canal foram disponibilizados pela SIURB e pela Empresa Geométrica, que realizou o projeto de canalização do Córrego do Ponte Baixa. Deste modo, na Tabela 10 pode ser observada esta verificação preliminar.

Tabela 10. Verificação hidráulica preliminar dos pontos a jusante dos trechos de canal da Bacia do Ponte Baixa.

Trecho	Curso d'água	Cota fundo	l_0	b	H	Nó hidro.	Cap. hydr.	Cenários			
		m	m/m	m	m			m	m³/s	TR 10	TR 25
T01	Córrego Ponte Baixa	741,5	0,0055	4	3	2,7	N02	48,81	29,7	35,8	44,9
T02	Córrego Ponte Baixa	730,1	0,0055	4	3,5	3,2	N03	59,38	39	47,7	60,4

T03	Piraporinha	735,2	0,0100	2,5	2,5	2,3	N05	27,01	18,1	23,3	31,9
T04	Sem denominação (Letícia)	732,0	0,0062	4	3	2,7	N08	51,83	67,9	86,8	115,5
T05	Córrego Ponte Baixa	724,9	0,0030	9	3,5	3,2	N10	130,14	75,8	95,7	125,7
T06	Córrego Itapuquera	724,2	0,0030	4	2,5	2,3	N12	28,45	10,7	14,6	20,8
T07	Córrego Ponte Baixa	722,0	0,0035	10	3,5	3,2	N14	160,63	89,2	114,5	153,1
T08	Córrego Ponte Baixa	721,5	0,0035	13	3,5	3,2	N15	222,24	95	122,6	164,9
T09	Córrego Ponte Baixa	719,7	0,0012	16,5	3,5	3,2	N16	173,25	100,6	128,1	169,6

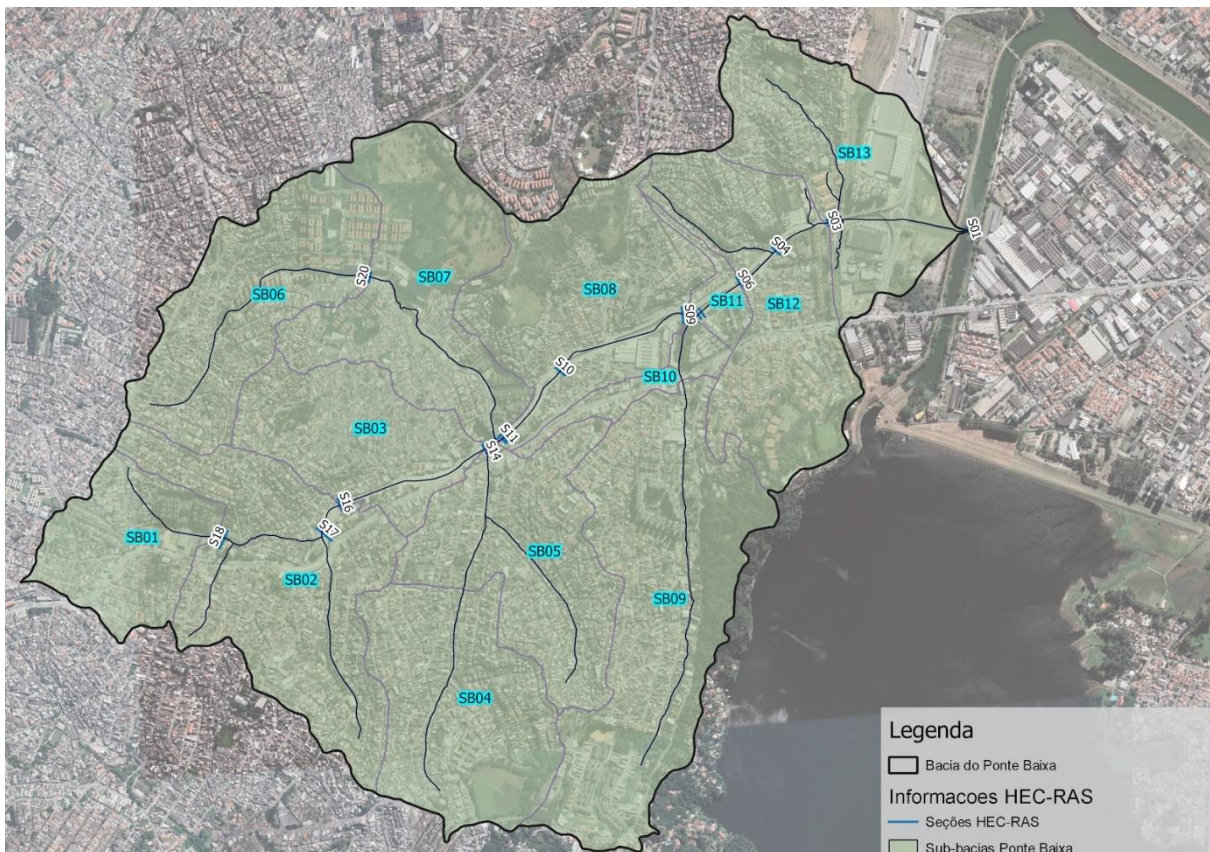
Fonte: elaborado pelos autores com dados da SIURB e Geométrica (2020).

Percebe-se que para os pontos a jusante dos trechos T02, T03 e T04 as vazões simuladas excederam a capacidade hidráulica do canal para o cenário de projeto de TR 100. Ainda, o trecho T04, a jusante da intervenção do Jardim Letícia, a capacidade hidráulica também não atenderia as vazões simuladas. Cabe destacar, também, que para outros trechos de canal as vazões simuladas, ainda que não ultrapassem a capacidade hidráulica, estão muito perto desta.

No entanto, esta verificação é apenas uma aproximação inicial e deve ser analisada com parcimônia, pois pode haver incertezas inerentes às aproximações realizadas com a equação de Manning.

Para a simulação da linha d'água no regime de remanso, foram adotadas 18 seções no Córrego do Ponte Baixa e duas seções na intervenção realizada no Jardim Letícia, conforme Figura 44.

Figura 44. Seções de simulação da modelagem no HEC-RAS na Bacia do Ponte Baixa.



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

O canal tem geometria retangular, em alguns trechos com seções abertas e em outros em galerias (seções fechadas). As informações referentes à declividade, cota de fundo, base e largura foram retiradas do projeto de canalização do Córrego do Ponte Baixa e disponibilizadas pela SIURB e pela Empresa Geométrica, que conduziu a elaboração do projeto executivo.

Ainda, para a simulação, é necessário informar a altura da lâmina d'água das seções a jusante e à montante (condições de contorno). Para a seção a jusante, tanto do Córrego do Ponte Baixa quanto da contribuição do Jardim Letícia, considerou-se a altura crítica no HEC-RAS. Para ambos os trechos a montante, para cada um dos TR, a linha d'água foi estimada utilizando a Equação 4, de Manning.

Tabela 11. Altura da linha d'água a montante, como condição de contorno, na Bacia do Ponte Baixa.

TR	Altura da linha d'água a montante (m)	
	Córrego do Ponte Baixa	Contribuição da Intervenção do Jardim Letícia
10	0,78	0,49
25	0,89	0,59
100	1,03	0,74

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Em síntese, todos os dados de geometria utilizados para a simulação da linha d'água para cada uma das 20 seções definidas podem ser visualizados na Tabela 12, em que o parâmetro n Manning foi considerado padrão para todas as seções como 0,018.

Tabela 12. Dados utilizados para a simulação hidráulica em cada seção da Bacia do Ponte Baixa.

Seção HEC-RAS	Nó Hidrológico	Dist. p/ seção jusante (m)	Cota Fundo (m)	Base (m)	Altura (m)
1	16	1	719,71	16.5	3.5
2	15	570	721,46	13	3.5
3	15	1	721,46	13	3.5
4	15	240	721,30	13	3.5
5	14	190	722,3	10	3.5
6	14	1	722,3	10	3.5
7	13	240	724,18	10	3.5
8	13	1	724,20	10	3.5
9	10	30	724,87	9	3.5
10	9	570	726,55	9	3.5
11	9	360	727,53	9	3.5
12	9	1	727,53	9	3.5
13	6	50	728,81	6.5	3.5
14	3	40	730,12	4	3.5
15	2	620	741,47	4	3
16	2	1	741,47	4	3
17	2	140	744,53	4	3
18	1	580	760,3	4	3
19	8	1	732,00	4	3
20	7	950	755,00	4	3

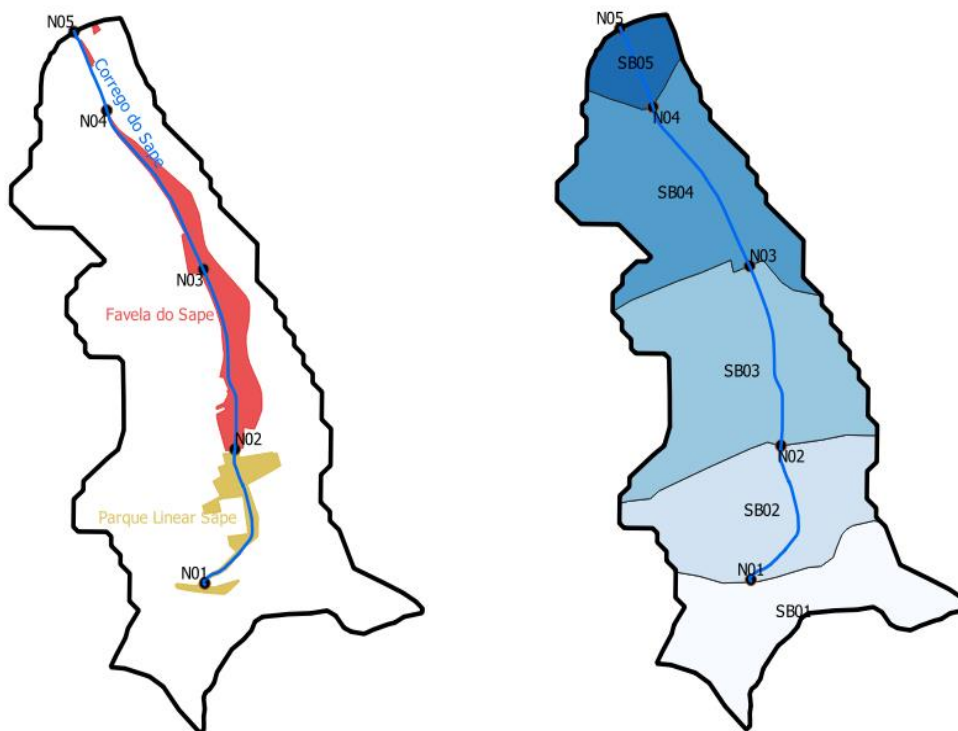
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

2.4. Bacia do Sapé

Para a modelagem hidrológica da bacia foram definidos cinco pontos de interesse para definição dos hidrogramas (Figura 45): N01: nascente do córrego do Sapé, situado junto a rodovia Raposo Tavares e que recebe contribuição de parte da drenagem da rodovia e áreas do entorno; N02: Início da favela do Sapé B, é um ponto de travessia em bueiro situado na rua Calixto Garcia e que delimita o início da obra de canalização do PAC; N03: Início da favela do Sapé A, situado na rua Terezinha do

Carmo Cubatelli; N04: Final da favela do Sapé A, situado na Avenida Rio Pequeno; N05: Foz do córrego com lançamento no ribeirão Jaguaré.

Figura 45. Pontos de interesse e sub-bacias da modelagem hidrológica da Bacia do Sapé



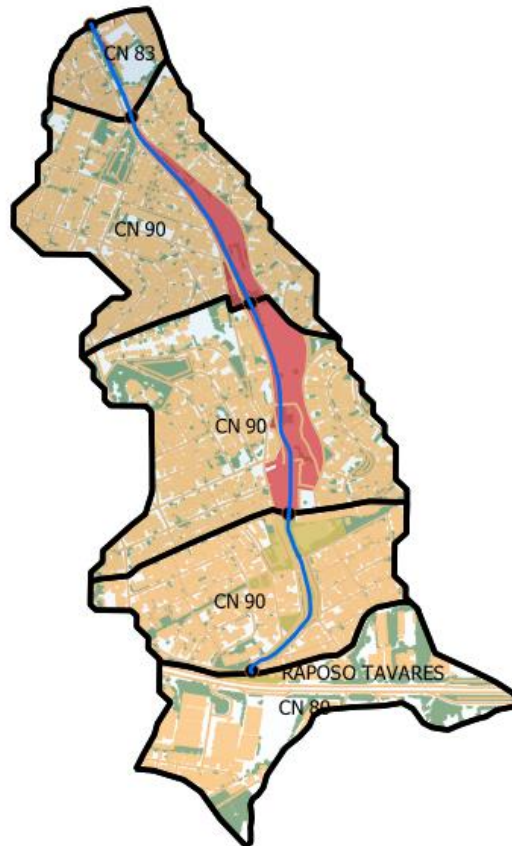
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Oriundo de intervenções anteriores, o córrego entre os nós N01 e N02 segue em canal aberto, em gabião, com exceção do trecho entre as ruas Sampaio Freire e Rafael Barbosa, que é de seção fechada em concreto. Na intervenção realizada pelo PAC, canalizou-se o córrego do Sapé a partir do trecho iniciado no N02, o qual anteriormente seguia em leito natural e passou a seguir em canal aberto, em gabião, com travessias em aduelas de concreto situadas nos cruzamentos de algumas ruas e em áreas de convívio social. No lançamento no ribeirão Jaguaré, após o cruzamento com a Avenida Escola Politécnica, ocorre travessia em duas galerias celulares retangulares, também oriundas de intervenções anteriores.

Analisando a distribuição das edificações, áreas verdes e áreas de vegetação das sub-bacias (dados do Geosampa), os valores CN (Figura 46) foram estimados variando entre 80: lotes com aproximadamente 25% de área impermeável; 83: lotes com aproximadamente 38% de área impermeável e 90: lotes com aproximadamente 65% de área impermeável. (De acordo com Tucci, 1993, para solo tipo C, condição de unidade tipo II e zonas residenciais.) Os comprimentos dos

talvegues de cada sub-bacia, distância entre o extremo montante da sub-bacia e o nó final da mesma, também foi estimado considerando a sub-divisão das bacias e os logradouros existentes.

Figura 46. Valores de CN da modelagem hidrológica da Bacia do Sapé



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

O cálculo do tempo de concentração de cada sub-bacia foi realizado utilizando o método cinemático e considerando para todos os talvegues: velocidade de 2,5 m/s, tempo inicial de 5 minutos, vazão de base de 0,2 m³/s.km² e constante de recessão e taxa para o pico de 0,05. Desse modo, a Tabela 13 resume os parâmetros das sub-bacias.

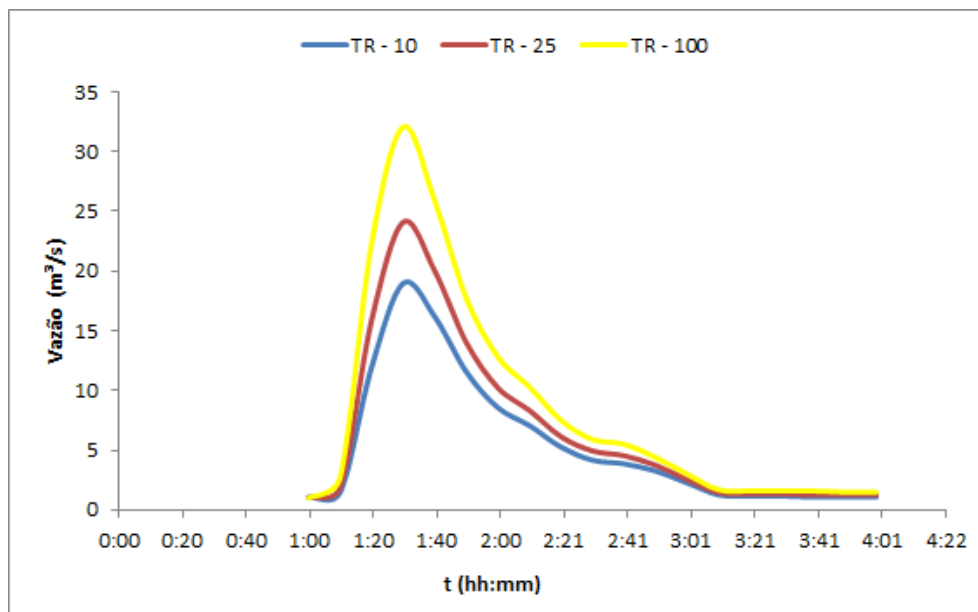
Tabela 13. Parâmetros da modelagem hidrológica da Bacia do Sapé

N. SUB-BACIA	Área (km ²)	CN	Comprimento de Talvegue L (m)	Tempo de traslado - método cinemático (min)	Tempo de concentração (min)	LAG time (min)
1	0,2164	80	692,96	4,6	9,6	5,8
2	0,2451	90	759,59	5,1	10,1	6,0
3	0,3503	90	1.113,20	7,4	12,4	7,5
4	0,3064	90	854,08	5,7	10,7	6,4
5	0,0595	83	452,15	3,0	8,0	4,8

Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Utilizando como chuva de projeto o Posto IAG/USP, com dados de 1933 a 1997, obteve-se as seguintes vazões máximas observadas no exutório da bacia para os TR 10, 25 e 100 anos, respectivamente: 18,9 m³/s, 24,1 m³/s e 32,0 m³/s. No gráfico da Figura 47 se observa o hidrograma para o exutório da bacia, no ponto N05. O canal foi executado segundo uma vazão de dimensionamento de 24,02 m³/s, o que, segundo nossa modelagem, corresponde a um tempo de retorno em torno de 25 anos.

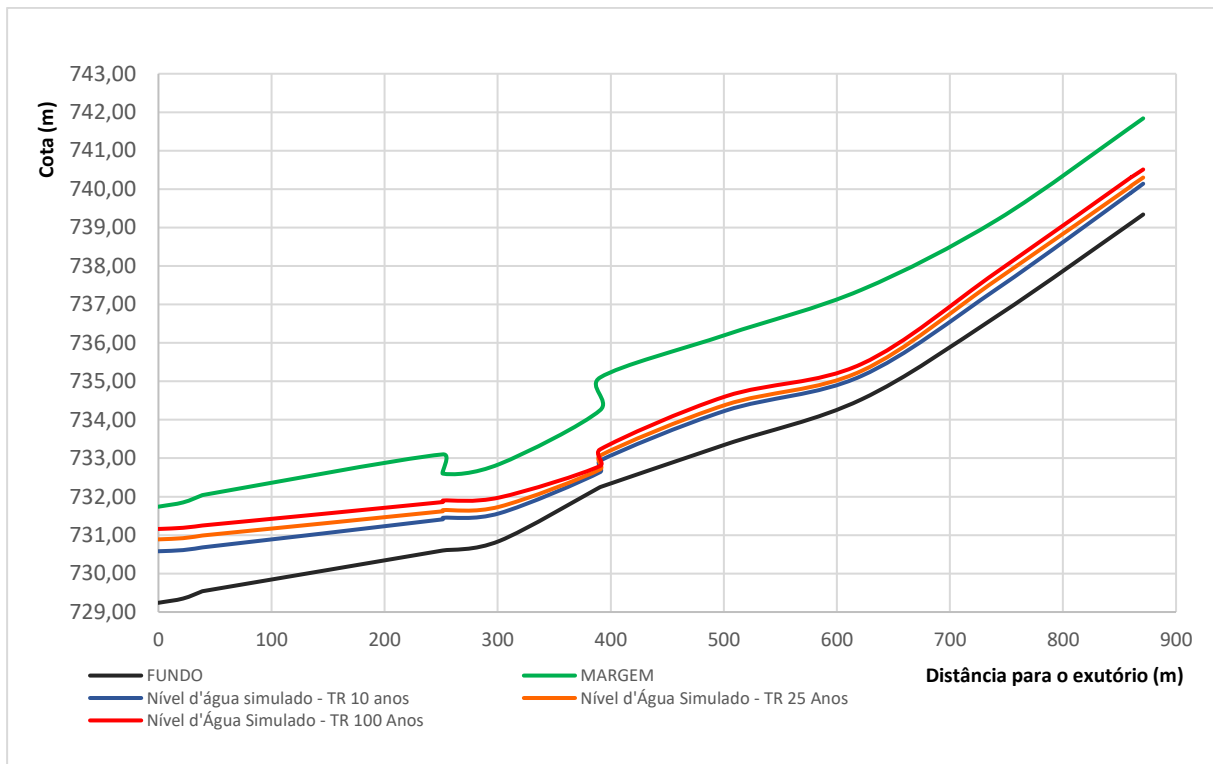
Figura 47. Hidrograma do exutório da Bacia do Sapé



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A modelagem hidráulica demonstrou que não haverá transbordamento para as cheias de projeto - TR 10, 25 e 100 anos, de modo que o projeto atende à condição quantitativa, conforme observado na Figura 48. Ressalta-se que, embora satisfatório do ponto de vista quantitativo, isto se dá ao custo de transportar as cheias de projeto sem preocupação com relação aos impactos a jusante, seguindo um modelo convencional de drenagem higienista. Além disso, a solução adotada optou por suprimir área de várzea e implantar canalização convencional, com longos trechos tamponados e sem conexão com o entorno, nem do ponto de vista paisagístico nem de outros usos como, por exemplo, recreação.

Figura 48. Linhas d'água simuladas do Córrego do Sapé.



Fonte: elaborado pelos autores (2021).

PARTE III | ANÁLISE CRÍTICA E COMPARATIVA DA CONCEPÇÃO DOS PROJETOS

A análise crítica da concepção dos projetos de intervenção foi construída a partir de dados coletados e analisados, contemplando as características gerais da área de estudo, dados do projeto de intervenção, características das intervenções de drenagem, condições de saneamento e meio ambiente e características de urbanização.

Foram realizadas entrevistas com atores chave nos projetos de urbanização das duas áreas de estudo, as quais permitiram, juntamente com a análise global de todos os resultados obtidos, realizar uma análise comparativa dos estudos de caso, pois, apesar das intervenções ser de escopos distintos, apresentam duas características que permitem colocá-las em diálogo: a presença e interferência sobre assentamentos precários e os corpos d'água. Desta forma, os estudos de caso permitem a reflexão sobre o tratamento da dimensão ambiental na intervenção em favelas.

O projeto de urbanização de favelas do Sapé, inserido no programa de financiamento PAC Urbanização de Favelas (PAC UAP) e o projeto viário e de macrodrenagem na sub-bacia do córrego Ponte Baixa e Jd. Letícia, inserido no programa de financiamento PAC Drenagem. Além do escopo do projeto ser distinto, ambas as áreas apresentam diferentes escalas de intervenções que valem ser destacadas. A intervenção no Sapé ocorreu em uma escala de microbacia, contou com diagnóstico setorial e participação social desde a elaboração do projeto. Já a intervenção do Ponte Baixa e Jd. Letícia ocorreu na escala da sub-bacia, com diagnóstico setorial e participação social somente na etapa de execução do projeto - audiências públicas oriundas dos processos de licenciamento ambiental.

A situação anterior à intervenção do PAC UAP no Sapé era dada por refluxos no córrego, segundo o depoimento de Rinaldi², devido ao estrangulamento no mesmo por conta da ocupação sobre o córrego. De acordo com o entrevistado, tais incidentes motivaram a viabilização da intervenção. De forma complementar, Ventura³ (SEHAB) aponta que antes de 2004, as obras realizadas na região eram pontuais e focadas em contenção de encostas e drenagem e que, a partir de 2004, mesmo com o início da regularização fundiária pela SEHAB, a ausência das obras de urbanização favoreceu a manutenção da precariedade da área. A inclusão da área no Programa Córrego Limpo e no Programa 100 Parques da SVMA, também ofereceu à área visibilidade para se ter prioridade de intervenção. Em 2009, o Plano Municipal de Habitação priorizou ações em urbanização de favelas, adotando zonas que refletiam microbacias, trabalhando a questão de saneamento de modo integrado.

² Entrevista concedida por Carlos Eduardo Rinaldi, Engenheiro Civil, Gerente de Contrato do Consórcio Engelux-Galvão, em 08 de abril de 2021.

³ Entrevista concedida por Isabella Ventura, Arquiteta e Urbanista da Secretaria de Habitação de São Paulo (SEHAB), em 09 de março de 2021.

Em relação às intervenções na sub-bacia do Córrego Ponte Baixa e Jd. Letícia, segundo a entrevistada Oliveira⁴, a contratação pública do projeto foi realizada por licitação de melhor técnica e menor valor. Inicialmente, estava previsto somente a canalização do corpo d'água e do viário, partindo do Novo Santo Amaro, contudo, houve aumento do escopo do projeto levando a intervenção até Viaduto/R. Daniel Klein. O Termo de Referência para a contratação teve início na Secretaria de Infraestrutura e Obras (SIURB), contudo algumas mudanças ocorreram nas diretrizes de projeto e reuniões intersecretariais ocorreram entre SIURB, SEHAB e SVMA.

Do ponto de vista do projeto de drenagem, na urbanização da Favela do Sapé, as medidas projetadas e executadas foram de cunho estrutural, lineares e centralizadas. A canalização proposta envolveu um sistema estrutural de macrodrenagem com 1,1 km de extensão, com seções abertas revestidas por gabião e seções fechadas com aduelas de concreto sobre algumas áreas de conexão viária e de convívio social. Também foi executado um parque linear com recuperação de 7 metros de cada lado do córrego. Foram previstas a construção de equipamentos públicos e de lazer, como quadras, praças, ciclovias, pontos de travessia e canteiros verdes. Porém, tais equipamentos foram parcialmente implantados, o que facilitou a reocupação dos espaços reservados para eles, bem como nos espaços reservados para a construção dos condomínios D e E e em trechos do parque linear em frente ao córrego (MISTURA, 2019; FORMICKI, 2016).

O projeto previsto para a sub-bacia do Córrego do Ponte Baixa e Jd. Letícia considerava medidas de reservação, contudo, após identificação de problema com escavação de rocha o reservatório foi descartado como alternativa de solução. O projeto, assim como na Favela do Sapé, também foca em medidas estruturais, lineares e centralizadas. Inicialmente a previsão da canalização era totalmente em galeria fechada, contudo, a partir de diretrizes da SVMA o projeto foi alterado prevendo as obras em canal aberto em todo projeto com exceção de algumas áreas onde foi necessário realizar obras em galeria para transposições viárias. O revestimento adotado foi de canais em concreto. Na área do Jd. Letícia, foi previsto e executado para o córrego a implantação de um parque linear, contudo a intervenção não contemplou a extensão total do córrego. Não foram previstas e nem implantadas obras de microdrenagem.

Em ambas as intervenções foram realizadas remoções de habitação, bem como algumas desapropriações, tanto no caso do Sapé como no caso do Córrego Jd. Letícia. O motivo foi a presença de assentamentos precários sobre o córrego e remoções para implantação de outras infraestruturas. Nos dois projetos não foram realizadas intervenções de requalificação habitacional. No entanto, no caso do Sapé, as novas unidades habitacionais foram planejadas com proximidade dos moradores e

⁴ Entrevista concedida por Rosana Oliveira, Diretora Técnica da Geométrica Engenharia de Projetos, em 24 de março de 2021.

considerando diferentes tipologias habitacionais, além de serem distribuídas de forma a permitir também o acesso das moradias remanescentes ao parque linear.

De acordo com as entrevistas realizadas, no caso do Sapé, o projeto não previu remoção completa, mas sim parcial, dando enfoque para: áreas de risco, áreas de melhoramento viário, melhorias de salubridades em algumas unidades habitacionais (incentivos às melhorias de dentro para fora) - tratamento da densidade. Em relação aos espaços livres remanescentes, visou-se ocupar com áreas de lazer, centro comunitário, como meio de evitar áreas disponíveis para reocupação. Foram contratadas pessoas da própria comunidade para auxiliar na segurança. O percentual de remoção na urbanização do Sapé foi de 61% com produção de 496 UHs com reassentamento na área/proximidades. No entanto, até o momento ainda há 982 famílias aguardando a entrega de moradia, a solução alternativa adotada foi do auxílio aluguel (VENTURA, 2019).

Já as remoções nas intervenções do Ponte Baixa atingiram 723 domicílios com produção de 470 UHs nas proximidades. Mas, até o momento, há espera pela entrega da moradia, e foram oferecidas como soluções alternativas o auxílio aluguel e a indenização. Segundo as entrevistas, em relação à habitação, o atendimento às famílias veio a ocorrer de 2 a 3 anos posteriores às obras. A questão da habitação foi atribuição da SEHAB e contou com recursos MCMV.

Dada a morfologia urbana da Favela do Sapé, principalmente, sobre a área de intervenção do Sapé B, foram necessárias muitas adaptações e também foram notadas algumas limitações de acesso e de provisão dos serviços, particularidades estas coletadas pelos projetistas em campo. De acordo com as entrevistas, as premissas de projeto vieram de normativas do DAEE, ABNT e SABESP, não foram adotados nenhum parâmetro advindo da legislação do MCMV. Desenvolvido por outra empresa, houve estudo para tratamento de resíduos sólidos. Por conta do aumento de conta, houve resistência da população para incluir acesso a abastecimento de água e esgoto.

Diferente do caso do Sapé, o projeto do Ponte Baixa teve ampliação de seu escopo e adequação das intervenções de macrodrenagem devido às diretrizes da SVMA no tratamento de corpo d'água. Grande parte das diretrizes dos projetos vieram do Plano Diretor da Subprefeitura M'Boi Mirim e os TRs definidos a partir do plano de bacia existente - TRs de 100 anos para para chuvas de duração de 120 minutos. Após o desvio do Conjunto Habitacional Piraporinha e também o enfrentamento de problemas com escavação de rocha, um piscinão um pouco à montante à afluência do Córrego Letícia no Córrego Ponte Baixa foi desconsiderado. Tal piscinão era a única proposta de reserva existente no projeto inicial, que não foi concretizada.

A intervenção do Sapé tinha previsto no projeto original 8 condomínios verticais e apenas 5 foram concluídos, por outro lado, novas obras foram incluídas e não estavam orçadas, tais como a extensão do canal do Sapé até o Ribeirão Jaguaré e a execução de um novo trecho coletor tronco de esgoto. As mudanças entre previsto e executado do Sapé decorreram dos seguintes motivos: (i)

Mudança de metas de atendimento em função de alteração de valor de financiamento; (ii) Projeto obsoleto em relação à realidade da ocupação do início da obra, apesar da revisão do projeto, a dinâmica de ocupação e reocupação é muito intensa e não acompanha o tempo de execução das obras, fazendo com que o projeto previsto perca rapidamente sua consistência com a realidade; (iii) Projeto em etapas, não foi concluído devido a ausência ou interrupção de recursos.

De modo geral, os estudos de caso apresentam em comum a implantação de parque linear após remoção de famílias que residiam em assentamentos precários sobre o córrego. Em ambos os casos a contradição da remoção de famílias versus promoção de melhorias ambientais e urbanísticas se faz presente. A morfologia urbana de assentamentos precários exige que as soluções de infraestrutura sejam adaptadas para contextos locais específicos, inclusive olhando para locais que intervenções padrões não podem ser implementadas e exigindo a exploração de alternativas. O que se nota pelos estudos de caso é uma limitação de recursos financeiros, mas também, dificuldades na exploração de alternativas de soluções. A dinâmica de transformação intensa do uso e ocupação do solo nas áreas de assentamentos precários geram um descompasso temporal e espacial entre projeto planejado e executado, levando a dificuldades na implantação de projetos e novas necessidades em relação ao escopo inicial. A limitação e o tempo de utilização de recursos financeiros muitas vezes não permite atender às novas demandas por moradia.

Além disso, percebe-se que inovação e intervenção integrada acontecem no projeto de urbanização de favelas. O projeto viário e de macrodrenagem se traduz no espaço urbano de forma menos integrada com outros setores e de modo mais tradicional/convencional em comparação com a urbanização de favelas.

No entanto, para qualquer caso de intervenção, a participação social desde a concepção até execução se faz extremamente necessária, pelo motivo de engajamento da população local e sentimento de pertencimento com a obra e planejamento das soluções, facilitando inclusive o pós-obra, mas também para se fazer presente a pressão sobre projetistas e construtoras, estas últimas focadas normalmente no menor custo e maior praticidade, o que nem sempre corresponde às necessidades locais.

Nos dois estudos de caso notou-se uma desconsideração quanto à microdrenagem como aspecto relevante no manejo das águas na fonte. Apesar da intervenção no Sapé incluir projeto de microdrenagem, diferentemente do caso da Ponte Baixa em que não há projeto de microdrenagem, não há implantação de soluções alternativas com princípio de desenho urbano sensível às águas mas sim concepção pautada em soluções convencionais de microdrenagem, baseada em infraestruturas cinzas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do confronto entre intervenções com pontos de partida distintos - urbanização de favelas e projetos de macrodrenagem associados ao viário – foi possível destacar algumas diferenças e semelhanças de abordagem entre um projeto de urbanização de favelas versus uma obra que teve como área de intervenção assentamentos precários.

Em ambos os estudos de caso adotou-se soluções de drenagem convencionais, no entanto, no caso da Urbanização da Favela do Sapé, notou-se uma tendência de intervenção integrada entre tratamento urbanístico, infraestrutural e ambiental desde o início de concepção, com foco nas melhorias nas condições dos assentamentos precários. Outro ponto em comum nos dois casos é que a tratativa das remoções resultou em famílias que até hoje aguardam solução habitacional e que recebem bolsa aluguel cujos valores não necessariamente custeiam moradia.

De forma geral, os critérios de escolha de alternativas de projeto foram custos e limitação de recursos financeiros junto a condições de dificuldades de implantação da solução proposta. Mesmo com a ampliação do escopo da abordagem no caso do Ponte Baixa, em ambos os casos alterações nas concepções iniciais do projeto e o tempo excessivo para construção das obras ocasionou exclusões de algumas obras, limitando as soluções e impactando na eficiência dos resultados da intervenção. No caso do Sapé, todo projeto básico necessitou ser refeito na etapa de projeto executivo, com uma defasagem significativa da selagem dos domicílios afetados. Conforme Petrarolli (2015) o tempo na urbanização de favela é complexo, há um descompasso entre planejamento e execução, há a implicação que a tela não está em branco, há uma ocupação intensa cujos custos de projeto e lógica de desenvolvimento da intervenção devem ser vistas do ponto de vista de uma reforma, em que muito pode se encontrar ao longo do processo.

Outra questão visível nas análises foi de que a participação popular no caso do PAC UAP Favela do Sapé ocorreu desde a concepção do projeto, já o PAC Drenagem do Ponte Baixa e Jd. Letícia contou com participação popular somente na etapa de execução, pós-concepção de projeto. Ao pensar sobre o padrão urbano impresso por cada uma das intervenções notamos que no caso do Ponte Baixa o resultado foi a tradicional ocupação do fundo de vale por vias, privilegiando de modo majoritário o modal individual de transporte, com canais retificados com transferência de eventos de cheia para jusante. Ao analisar o projeto do Sapé, notam-se melhorias nas condições urbanísticas e de moradia de parte da população, bem como, uma busca por tratamento distinto dos corpos d'água com a adoção de gabião e a tentativa de tratamento do rio como um elemento da paisagem. De acordo com entrevista de Ventura (2021), o revestimento em gabião é um recurso cujo uso vem sendo descartado como solução pela SIURB, que tem recomendado a aplicação do concreto por conta da facilidade de limpeza. A zeladoria é uma questão relevante no pós-obra e ainda mal equacionada na urbanização de favelas.

A modelagem hidrológica-hidráulica tem potencial em contribuir para tomadas de decisão do planejamento urbano visto que permite construir diferentes cenários, ampliando o leque de opções de intervenção, principalmente, pois verifica previamente o potencial de integração entre distintas medidas e soluções, permitindo construir cenários otimizados. Contudo, qualquer adoção de tecnologia, seja ela como metodologia de concepção ou como solução adotada para ser implementada não é livre do debate político. A luta política pela justiça ambiental, direito à moradia, à água e à cidade se faz necessária para garantir que outros tipos de projetos sejam pensados e realizados.

Tomando os estudos de caso como ponto de partida para reflexões sobre como estes podem contribuir para se pensar a dimensão ambiental na urbanização de favelas, vale o questionamento: o que é ou pode ser considerado como ganho ambiental nessas intervenções?

Ao questionar isso ao longo das entrevistas com técnicos envolvidos nos projetos, fica claro que, para projetos de macrodrenagem o ganho ambiental está mensurado pelo tratamento da quantidade de escoamento e redução de eventos de inundação e alagamento, independentemente de como se alcança este objetivo. Esta visão acaba por reduzir a drenagem sob o ponto de vista do escoamento, vazão e volume de água, não sendo abordadas demais funções como controle de qualidade das águas, possibilidades de tratamento paisagístico, oferta de espaços livres, recarga dos aquíferos, restabelecimento da fauna e flora aquáticas, provimento de áreas de convívio e de lazer.

Já ao olhar as intervenções de urbanização de favelas é possível notar alguns conjuntos de percepções sobre ganho ambiental - desde a presença de uma visão preservacionista que visa garantir a proteção da APP independente dos impactos de remoções, até o tratamento de risco e melhorias da qualidade urbanística pela abordagem de intervenção integrada. Muitas vezes, a qualificação é percebida quando se trata a drenagem junto a outros aspectos do saneamento ambiental, como esgotamento sanitário e tratamento de resíduos, o que geram uma melhoria da qualidade de água do córrego. No entanto, o debate não se restringe às soluções técnicas, e as contradições existem entre soluções aplicadas e impactos socioambientais.

De qualquer modo, não há um conceito claro de ganhos ambientais e a narrativa dependerá do narrador e qual sua posição nas redes de poder que envolvem as tomadas de decisões sobre as soluções e alternativas a serem adotadas. Os estudos de caso evidenciam a importância da participação social desde a concepção do projeto e da necessidade de instrumentalizar os moradores locais na construção de liderança e de engajamento para tal participação. A intersectorialidade é essencial para garantir que distintos entendimentos sobre projeto e soluções sejam articuladas, mas ainda se apresenta como uma agenda e um desafio na urbanização de favelas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J. N. B. **Lições em modelos e simulação hidrológica**. Fortaleza: ASTEF/Expressão Gráfica, 2009. 166 p.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CARDOSO, A. L; DENALDI, R. **Urbanização de Favelas no Brasil**. Um balanço preliminar do PAC. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIÊTE. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: sumário executivo**. São Paulo, 2009.
- FERRARA, L. N.; FURIGO, R.; MORETTI, R. S.; SAMORA, P. R. “Saneamento básico e urbanização de favelas: os desafios de universalização à luz das especificidades de ocupação dos assentamentos precários”. In: FERREIRA, L.; OLIVEIRA, P.; IACOVINI, V. (orgs). **Dimensões do intervir em favelas: desafios e perspectivas**. 1ed. São Paulo: Peabiru TCA e Coletivo Lablaje, v. 1, p. 104-111, 2019.
- FORMICKI, G. R. **Sapé Favela Cidade**. 2016. Graduação (em Arquitetura e Urbanismo) – FAUUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- GRACIOSA, M. C. P. **Modelagem Hidrológica de Bacias Hidrográficas com o software HEC-HMS**. jul. 2020. Material didático do curso “Modelagem hidrológico-hidráulica de bacias hidrográficas com HEC-HMS e HEC-RAS.” PROEC/UFABC.
- KOWARICK, L. **A espoliação urbana Rio de Janeiro**: Paz e Terra, 1979.
- LEFF, E. 2021. **As relações de poder do conhecimento no campo da Ecologia Política**. In: Ecologia Política: da desconstrução do capital à territorialização da vida. Campinas: Editora UNICAMP. p. 393 – 428.
- MISTURA, R. B. **Urbanização de assentamentos precários junto a corpos d’água: as ações em áreas de preservação permanente no município de São Paulo**. 2019. 171 p. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo, 2019.
- PEREIRA, P. C. X. “A reprodução do capital no setor imobiliário e a urbanização contemporânea: o que fica e o que muda”. In: PEREIRA, P. C. X. (org). **Reconfiguração das cidades contemporâneas: contradições e conflitos**. São Paulo: FAUUSP, p. 125-138., 2016.
- PORTO, R. M. **Hidráulica básica**. São Carlos: EESC-USP, 2006. 540 p.
- SÃO PAULO. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**. São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/manual_de_drenagem/index.php?p=49018 Acesso em 1 set. 2021.
- SÃO PAULO. **Habitasampa**. 2016. Disponível em: <http://www.habitasampa.inf.br/>. Acesso em 1o set. 2021.
- SILVA, J. D. **Intervenções nos Córregos da Ponte Baixa e Jardim Letícia - Soluções de Drenagem, Direito à Moradia e Integração Territorial**. 2019. 204 p. Dissertação (Mestrado /em Planejamento e Gestão do Território) - Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, São Paulo, 2019.
- SWYNGEDOUW, E. A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e “urbanização-cyborg”. In: ACSELRAD, H (org.). **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2001.
- TUCCI, C. E. M; PORTO, R. L. L; BARROS, M. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995.

VENTURA, I. **Urbanização de favelas**: estudo sobre os diferentes tipos de intervenção. 202 p. 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2019.