

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
ESCOLA DE ARQUITETURA, ARTES E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ARQUITETURA E
URBANISMO**

MARIA CLARA DE OLIVEIRA CALIL

**ÁGUAS NA CIDADE E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA:
estudo de caso do Córrego São Sebastião, Barretos/SP**

CAMPINAS

2024

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
ESCOLA DE ARQUITETURA, ARTES E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ARQUITETURA E
URBANISMO**

MARIA CLARA DE OLIVEIRA CALIL

**ÁGUAS NA CIDADE E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA:
estudo de caso do Córrego São Sebastião, Barretos/SP**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Linha de pesquisa: Projeto, Inovação e Gestão em Arquitetura e Urbanismo. Grupo de Pesquisa: LADEUR – Laboratório de Desenho e Estratégias Urbano-Regionais para obtenção de título de “Mestre em Arquitetura e Urbanismo”.

Orientadora: Profa. Dra. Vera Santana Luz

CAMPINAS

2024

Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI
Gerador de fichas catalográficas da Universidade PUC-Campinas
Dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C153á	<p>Calil, Maria Clara de Oliveira</p> <p>Águas na cidade e Soluções baseadas na Natureza : estudo de caso do Córrego São Sebastião, Barretos/SP / Maria Clara de Oliveira Calil. - Campinas: PUC-Campinas, 2025.</p> <p>250 f.il.</p> <p>Orientador: Vera Santana Luz.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura, Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2025. Inclui bibliografia.</p> <p>1. águas urbanas. 2. Soluções baseadas na Natureza (SbN). 3. Infraestrutura Verde. I. Luz, Vera Santana. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Escola de Arquitetura, Artes e Design. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.</p>
-------	---

MARIA CLARA DE OLIVEIRA CALIL

“ÁGUAS NA CIDADE E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA:
estudo de caso do córrego São Sebastião, Barretos/SP”

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura, Artes e Design da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Área de Concentração: Urbanismo. Orientador(a): Profa. Dra. Vera Santana Luz

Dissertação defendida e aprovada em 27 de janeiro de 2025 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Profa. Dra. Vera Santana Luz
Orientadora da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Profa. Dra. Patricia Rodrigues Samora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Rafael Antônio Cunha Perrone
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dedico a Vó Emília e ao Vó Benjamim porque sempre
souberam enxergar beleza na natureza

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

Agradeço a Deus por me proteger durante as viagens realizadas durante o período do mestrado. À minha mãe por estar sempre ao meu lado e ter me apoiado e incentivado a ingressar no programa de Pós-Graduação, ao meu pai por seu otimismo de acreditar que tudo seria possível e a minha irmã, por ser meu porto seguro nos momentos de insegurança.

Agradeço a minha orientadora Dra. Vera Santana Luz por ter sido nascente, leito e foz, por acreditar no projeto de pesquisa, me orientar com tanta dedicação durante todo o processo, me recordar do uso da crase e me preparar para os próximos caminhos.

Agradeço aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da PUC-Campinas, em especial a Dra. Vera Santana Luz, Dra. Renata Baesso Pereira, Dr. Manoel Lemes da Silva Neto, Dr. Wilson Ribeiro dos Santos Junior, Dra. Maria Cristina da Silva Schichi, Dra. Patrícia Rodrigues Samora e Dra. Letícia Moreira Sigolo, por conduzirem discussões em suas disciplinas que colaboraram com a pesquisa. À Ana Paula Freitas por ter paciência e auxiliar com a parte burocrática acadêmico-administrativa e aos funcionários da Instituição.

Agradeço ao NAU (Núcleo de Apoio ao Programa de Pós-graduação em Urbanismo da PUC-Campinas) e aos colegas de pós-graduação, especialmente os momentos de leveza ao lado do André Paiva, da Isabela Minucio, da Ana Clara Vogt-Sampaio, da Mariana Mantovani, da Marina Marchini e Murilo Tedesco.

Agradeço à minha avó Emília, Tia Dadá, Tia Fafá, Lê e dona Lurdes por sempre me esperarem com um café quentinho e um abraço. Às minhas primas Lara Coutinho, Lorena Virginia e Gabriela Oliveira por acreditarem e estarem comigo.

Aos meus amigos Paulo Buzati, Diana Serafim, Lucimara Perpétua e Rosangela Prado por sempre me ouvirem e me aconselharem com um sorriso no rosto.

Agradeço imensamente aos meus alunos Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos por darem vida aos ensaios de implementação desta dissertação e ao Gabriel Lodo e Luís Felipe Campos da Silva, que se tornaram meus amigos.

“Os rios, esses seres que sempre habitaram os mundos em diferentes formas, são quem me sugerem que, se há futuro a ser cogitado, esse futuro é ancestral, porque já estava aqui”

Ailton Krenak

2022

Resumo

Ao longo do processo de urbanização, os corpos d'água foram desconsiderados e, conforme se deu a expansão urbana, os rios tiveram seus perfis alterados. A cidade de Barretos, interior do Estado de São Paulo, apresenta sua malha urbana cortada por córregos canalizados e retificados, o que, em dias de chuvas intensas, favorece a ocorrência de desastres socioambientais. Os corpos hídricos da cidade pertencem à Bacia Baixo Pardo Grande (UGRHI-12), sendo o Córrego do Aleixo o principal córrego da cidade, com afluentes em zonas rurais e urbanas. A presente pesquisa busca atuar em solo urbano e considera que qualificar o território de um afluente seja uma solução imediata e factível de qualificação urbana, restauração de ecossistemas, dos corpos hídricos e de suas margens no âmbito local, bem como, uma manifestação exemplar, no sentido de sua potência de replicabilidade. O estudo de caso elencado para discussão de metodologia de requalificação urbana, o afluente Córrego São Sebastião, se encontra parcialmente a céu aberto e inserido em uma malha urbana consolidada. O objetivo da pesquisa, a partir de uma leitura territorial multiescalar, foi investigar a situação atual do Córrego São Sebastião e ensaiar a revitalização dos espaços urbanos, tendo a metodologia fundamentada na análise urbano regional baseada em referências como o Zoneamento Ecológico-Econômico e o Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo, em princípios e ações estabelecidas pelas Soluções Baseadas na Natureza (SbN), no cotejamento de analogias, no diagnóstico do Córrego São Sebastião e definição do recorte circunstanciado. A estruturação de diretrizes e ensaios espaciais para aplicação de infraestruturas verdes e azuis, como a drenagem ecológica e a arborização urbana, trouxe, como resultados, as soluções de melhor convivência com o sistema hídrico conformaram um acervo sistematizado para o estudo de caso, como piloto, e constituíram uma metodologia fundamentada e passível de replicação sistêmica no próprio município ou para situações análogas, considerando suas especificidades, no sentido de relações de maior equilíbrio entre o espaço urbano e os sistemas naturais.

Palavras-chave: águas urbanas; Soluções baseadas na Natureza (SbN); Infraestrutura Verde; drenagem ecológica; arborização urbana.

Abstract

Throughout the urbanization process, water bodies were disregarded and, as urban expansion occurred, river profiles changed. The city of Barretos, in the interior of the state of São Paulo, has its urban area cut through by channeled and rectified streams, which, on days of heavy rain, favors the occurrence of socio-environmental disasters. The city's water bodies belong to the Baixo Pardo Grande Basin (UGRHI-12), with the Aleixo Stream being the city's main stream, with tributaries in rural and urban areas. This research seeks to act on urban land and considers that qualifying the territory of a tributary is an immediate and feasible solution for urban qualification, restoration of ecosystems, water bodies and their banks, at the local level, as well as an exemplary manifestation, in the sense of its potential for replicability. The case study selected for discussion of urban requalification methodology, the tributary São Sebastião Stream, is partially exposed and inserted in a consolidated urban network. The objective of the research, from a multi-scale territorial reading, was to investigate the current situation of the São Sebastião Stream and test the revitalization of urban spaces, with the methodology based on the regional urban analysis, from references such the Ecological-Economic Zoning and the Environmental Quality Report of the State of São Paulo, on principles and actions established by Nature-Based Solutions (SbN), on the comparison of analogies, on the diagnosis of the São Sebastião Stream and definition of the detailed cut. The structuring of guidelines and spatial tests for the application of green and blue infrastructures, such as ecological drainage and urban afforestation, resulted in solutions for better coexistence with the water system, forming a systematized collection for the case study, as a pilot, and constituting a well-founded methodology capable of systemic replication in the municipality itself or for similar situations, considering their specificities, in the sense of more balanced relationships between urban space and natural systems.

Keywords: urban waters; Nature-based Solutions (NbS); Green Infrastructure; ecological drainage; urban afforestation.

Resumen

Durante todo el proceso de urbanización, los cuerpos de agua fueron ignorados y, a medida que se produjo la expansión urbana, los ríos cambiaron sus perfiles. La ciudad de Barretos, en el interior del Estado de São Paulo, tiene su red urbana cortada por arroyos canalizados y enderezados, lo que, en días de intensas lluvias, favorece la ocurrencia de desastres socioambientales. Los cuerpos de agua de la ciudad pertenecen a la Cuenca del Baixo Pardo Grande (UGRHI-12), siendo el Córrego do Aleixo el principal cauce de la ciudad, con afluentes en zonas rurales y urbanas. Esta investigación busca actuar en suelo urbano y considera que calificar el territorio de un afluente es una solución inmediata y factible para la calificación urbana, restauración de ecosistemas, cuerpos de agua y sus riberas, a nivel local, así como una manifestación ejemplar, en el sentido de su poder de replicabilidad. El caso de estudio incluido para la discusión de la metodología de recalificación urbana, el afluente Córrego São Sebastião, está parcialmente al aire libre e inserto en una red urbana consolidada. El objetivo de la investigación, basada en una lectura territorial multiescalar, fue investigar la situación actual de Córrego São Sebastião y probar la revitalización de los espacios urbanos, con la metodología basada en el análisis urbano regional a partir de referentes como la Zonificación Ecológico-Económica y el Informe de Calidad Ambiental del Estado de São Paulo, en los principios y acciones establecidos por las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), en la comparación de analogías, en el diagnóstico del Arroyo São Sebastião y en la definición del recorte circunstancial. La estructuración de lineamientos y pruebas espaciales para la aplicación de infraestructuras verdes y azules, como el drenaje ecológico y la forestación urbana, dieron como resultado soluciones para una mejor convivencia con el sistema hídrico, conformando una colección sistematizada para el caso de estudio, a modo de piloto, y constituyó una metodología bien fundamentada y capaz de replicarse sistémicamente en el propio municipio o para situaciones similares, considerando sus especificidades, en el sentido de relaciones más equilibradas entre el espacio urbano y los sistemas naturales.

Palabras clave: aguas urbanas; Soluciones basadas en la naturaleza (SbN); Infraestructura Verde; drenaje ecológico; forestación urbana.

Lista de Figuras

- Figura 1** – Bocas de lobo em pontos específicos de cruzamento do leito do Córrego São Sebastião com a Avenida Vinte e Sete e com a Avenida 23, ambos focos de inundações. Fonte: Googlemaps, trabalhada pela autora. Acesso em: 28 jan. 2025.....**43**
- Figura 2** – Bacias Hidrográficas do Relatório de Qualidade Ambiental. Fonte: São Paulo, 2022h, p.39, assinalando a Bacia Vertente Paulista do Rio Grande, UGRHI-12, pela autora.....**45**
- Figura 3** – Bacia Baixo Pardo Grande, UGRHI -12. Fonte: São Paulo, 2022h, p .64, assinalando Barretos pela autora.....**46**
- Figura 4** – Diretrizes metodológicas do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2018, p. 14-15.....**49**
- Figura 5** – Etapas das diretrizes metodológicas do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022a, p. 6.....**49**
- Figura 6** – Carta-Síntese da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p. 10, assinalando Barretos pela autora.....**51**
- Figura 7** – Carta-Síntese da Diretriz de Segurança Hídrica do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p.13., assinalando Barretos pela autora.**53**
- Figura 8** – Carta-Síntese da Diretriz de Salvaguarda a Biodiversidade do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p.16., assinalando Barretos pela autora.....**55**
- Figura 9** – Produto Interno Bruto (PIB) municipal do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 35, assinalando Barretos pela autora.....**57**
- Figura 10** - Carta-Síntese da Diretriz de Redução das Desigualdades Regionais do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p.19, assinalando Barretos pela autora.....**58**
- Figura 11** – Esquema ilustrativo da análise do histórico na etapa de prognóstico do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2018, p.20.....**60**

- Figura 12** – Cenário da carta-síntese da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.11, assinalando Barretos pela autora.....**62**
- Figura 13** – Cenário da carta-síntese da Diretriz de Segurança Hídrica (D2) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.14, assinalando Barretos pela autora.....**62**
- Figura 14** – Cenário da carta-síntese da Diretriz de Salvaguarda da Biodiversidade (D3) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.16, assinalando Barretos pela autora.....**63**
- Figura 15** – Cenário da carta-síntese da Diretriz de Redução das Desigualdades Regionais (D5) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.18, assinalando Barretos pela autora.....**63**
- Figura 16** – Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022a, p.12, assinalando Barretos pela autora.....**64**
- Figura 17** – Regiões Metropolitanas e Aglomeração Urbana do Estado de São Paulo, com gradientes de número de habitantes. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 91, assinalando Barretos pela autora.....**68**
- Figura 18** – Cultivo de cana-de-açúcar entre 2010-2016 no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 110, assinalando Barretos pela autora.....**69**
- Figura 19** – Cultivo de laranja entre 2010-2016 no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 112, assinalando Barretos pela autora.....**70**
- Figura 20** – Criação de bovinos entre 2010-2016 no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 110, assinalando Barretos pela autora.....**70**
- Figura 21** – Cidades que compõem a Região Administrativa de Barretos. Fonte: SPBR São Paulo-Brasil, s.d.....**71**
- Figura 22** – Valor Adicionado à Agropecuária conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 38, assinalando Barretos pela autora.....**72**
- Figura 23** – Valor Adicionado à Indústria conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 39, assinalando Barretos pela autora.....**72**

- Figura 24** – Valor Adicionado à Indústria aos Serviços conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 40, assinalando Barretos pela autora.....**73**
- Figura 25** – Índice de escolaridade do IRPS, conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 90, assinalando Barretos pela autora.....**75**
- Figura 26** – Localização das instituições de ensino técnico e superior, frigoríferos e aeroporto na cidade de Barretos. Fonte: Autoria própria com base cartográfica do Google Earth.....**75**
- Figura 27** – Temperatura média anual no Estado de São Paulo. Mapa à esquerda - desvio máximo. Mapa à direita – desvio mínimo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 9, assinalando Barretos pela autora.....**76**
- Figura 28** – Número de dias consecutivos no ano com temperatura máxima diária maior que percentil 90. Mapa à direita - desvio máximo e mapa à direita – desvio à esquerda, no estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 14, assinalando Barretos pela autora.....**77**
- Figura 29** – Fragmentação da vegetação nativa consolidada em 2019 para o Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.....**77**
- Figura 30** – Pontos de erosão em 2012 no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.....**78**
- Figura 31** – Mapas de números de dias consecutivos sem chuvas, no estado de São Paulo. Mapa à esquerda - desvio máximo. Mapa à direita – desvio mínimo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 16, assinalando Barretos pela autora.....**79**
- Figura 32** – Mapas de precipitação anual em cinco dias consecutivos, no estado de São Paulo. Mapa à esquerda - desvio máximo. Mapa à direita – desvio mínimo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 18, assinalando Barretos pela autora.....**79**
- Figura 33** – Mapa de acidentes relacionados a eventos geomorfológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos, no Estado de São Paulo, de 1997 a 2016, sob a ótica da Diretriz de Resiliência as Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.....**80**

- Figura 34** – Da esquerda para direita: Inundação do Córrego do Aleixo, em 2017; Ponte na cidade de Barretos, que conecta os bairros Cristiano de Carvalho e Zequinha Amendola, a qual desabou com as chuvas, em 2022; invasão das águas nas residências em 2022; alagamento das ruas em 2022. Fonte: G1, 2017; EPTV1, 2022; UOL, 2022.....**81**
- Figura 35** – Diversidade da produção agropecuária em 2016/2017, sob a ótica da Diretriz de Resiliência as Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.....**83**
- Figura 36** – Balanço Hídrico quali-quantitativo segundo a vazão Q95% no Estado de São Paulo, em 2017, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.....**85**
- Figura 37** – Estabelecimentos com uso de agrotóxicos, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d., assinalando Barretos pela autora.....**81**
- Figura 38** – Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto da População Urbana (ICTEM) em 2018 no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.....**88**
- Figura 39** – Demanda hídrica na agricultura irrigada no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c., assinalando Barretos pela autora.....**90**
- Figura 40** – Gastos com água e esgoto na indústria, comércio e serviço no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c., assinalando Barretos pela autora.....**91**
- Figura 41** – Influência do elevado número de visitantes, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c., assinalando Barretos pela autora.....**91**
- Figura 42** – Disponibilidade hídrica segundo a vazão Q95% no ano de 2019, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c., assinalando Barretos pela autora.....**92**

- Figura 43** – Áreas prioritárias para recuperação de nascentes em 2017, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c., assinalando Barretos pela autora.....**93**
- Figura 44** – Densidade de hidrografia em 2008, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d., assinalando Barretos pela autora.....**94**
- Figura 45** – Densidade de nascentes em 2008, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d., assinalando Barretos pela autora.....**95**
- Figura 46** – Remanescentes de vegetação nativa da Mata Atlântica e do Cerrado no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 190, trabalhada pela autora.....**96**
- Figura 47** – Quantidade infração por pesca ilegal no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022h. p. 249, trabalhada pela autora.....**97**
- Figura 48** – Quantidade de infrações relacionais a fauna e flora no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022h. p. 242, trabalhada pela autora.....**98**
- Figura 49** – Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPIs) consolidadas em 2019, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d., assinalando Barretos pela autora.....**98**
- Figura 50** – Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUSs) consolidadas em 2019, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d., assinalando Barretos pela autora.....**99**
- Figura 51** – Esquerda: Hidrografia do município de Barretos assinalando a área urbana. Direita: ampliação da área urbana e área rural envoltória, assinalado o Córrego do Aleixo. Fonte: Barretos, 2018, p. 15, trabalhada pela autora.....**102**
- Figura 52** – Esquerda: Imagem aérea do perímetro do município de Barretos. Direita: Imagem aérea do perímetro urbano de Barretos. Fonte: Google Earth. Imagem capturada em 26 mar. 2024.....**103**
- Figura 53** – Ilustração da trama da bacia hidrográfica e da malha urbana. Fonte: Adaptado do UACDC, 2016, p. 6.....**109**

- Figura 54** – Diagrama dos desafios sociais e abordagens baseadas em ecossistêmicas - como características das SbN. Fonte: Cohen-Shacham *et al.*, 2016, p. 11.....**116**
- Figura 55** – Conceito guarda-chuva com categorias e conceitos estratégicos das SbN fundamentados pela IUCN. Fonte: Autoral, baseada em Marques; Rizzi; Ferraz; Herzog, 2021, p. 22.....**118**
- Figura 56** – Conceito guarda-chuva com categorias e conceitos estratégicos para as SbN, fundamentados pela CE. Fonte: Autoral, baseada em Marques; Rizzi; Ferraz; Herzog, 2021, p. 22.....**119**
- Figura 57**– Metas e Ações de Pesquisa e Inovação propostas pela Comissão Europeia para as SbN. Fonte: Luciani; Luz, 2022, p. 204-205, a partir de CE, 2015, p. 7.....**120**
- Figura 58** – Critérios do guia global de parametrização propostos pela IUCN. 1- Desafios sociais; 2- Desenho adaptado à dimensão; 3- Ganho líquido de biodiversidade; 4- Viabilidade econômica; 5- Governança inclusiva; 6- Equilíbrio entre compensações; 7- Gestão adaptativa; 8- Generalização e sustentabilidade. Fonte: IUCN, 2020, p. 11.....**125**
- Figura 59** – Plantio de mudas na Floresta de Bolso “Bosque da Batata”, São Paulo, e Floresta de Bolso após três anos. Fonte: Cardim, 2016. Disponível em: <<https://www.cardimpaisagismo.com.br/floresta-de-bolso/>> Acesso em: 25 jul. 2024.....**128**
- Figura 60** – Esquema representativo das diferenças entre os processos mecânicos de engenharia tradicional e biológicos, propostos pelo LID. Fonte: UACDC, 2010, p. 11, tradução das legendas pela autora.....**130**
- Figura 61** – Esquema representativo de recursos mecânicos e biológicos de drenagem. Fonte: UACDC, 2010, p. 12, tradução das legendas pela autora.....**131**
- Figura 62** – Vegetação como infraestrutura nas vias: canteiro pluvial arborizado. Fonte: UACDC, 2010, p. 19, tradução das legendas pela autora.....**132**
- Figura 63** – Exemplos de arranjos em escalas de implantação do LID. Fonte: UACDC, 2010, p. 17- 22, tradução das legendas pela autora.....**133**
- Figura 64** – Instalações LID. Fonte: UACDC, 2010, p. 23, tradução das legendas pela autora.....**134**

- Figura 65** – Foto e esquema gráfico de um exemplo de lagoa de retenção (Dispositivo LID - 5). Fonte: UACDC, 2010, p. 24, tradução das legendas pela autora.....**135**
- Figura 66** – Foto com esquema gráfico de exemplo de lagoa de retenção (Dispositivo LID - 8). Fonte: UACDC, 2010, p. 25, tradução das legendas pela autora.....**136**
- Figura 67**– Foto com esquema gráfico de exemplo de jardim de chuva (Dispositivo LID - 17). Fonte: UACDC, 2010, p. 26, tradução das legendas pela autora.....**137**
- Figura 68** – Imagem gráfica de exemplo de canteiro pluvial. Fonte: NACTO, s.d.c, p. 1.....**137**
- Figura 69** – Foto com esquema gráfico de exemplo de biovaleta (Dispositivo LID - 19). Fonte: UACDC, s.d, tradução das legendas pela autora. Disponível em: <<https://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>>. Acesso em: 28 jul. 2024.....**138**
- Figura 70** – Esquema ilustrativo de faixa ribeirinha (Dispositivo LID - 18). Fonte: UACDC, 2010, p. 27, tradução das legendas pela autora.....**139**
- Figura 71** – Localização do município de Conway, Arkansas, EUA. Fonte: Googlemaps. Acesso em: 24 set. 2024.....**140**
- Figura 72** – Localização do Little Creek-Palarm e do Lago Conway, no município de Conway, Arkansas, EUA. Fonte: Googlemaps, com legenda da autora. Acesso em: 24 set. 2024.....**141**
- Figura 73** – Delimitação da bacia do Lago Conway e da sub-bacia do Córrego Little Creek-Palarm, em Arkansas. Fonte: UACDC, 2016, p. 13.....**141**
- Figura 74** – Localização do Lago Conway e da sub-bacia do Riacho Little Creek-Palarm, no município de Conway, Arkansas, na região. Fonte: UACDC, 2016, p. 14, nomes do município de Conway e Lago Conway circulados pela autora.....**142**
- Figura 75** – Delimitação das quatro regiões da bacia do Lago Conway, Arkansas, assinalada a sub-bacia do Little Creek-Palarm. Fonte: UACDC, 2016, p. 15, tradução e áreas assinaladas pela autora.....**143**
- Figura 76** – Crescimento urbano e áreas impermeáveis na sub-bacia do Little Creek-Palarm. Mapa à esquerda: localização das áreas de futuras construções, projetadas até

2030. Mapa à direita: localização das principais áreas impermeáveis, por cobertura asfáltica, estacionamentos, e coberturas de edificações. Fonte: UACDC, 2016, p. 18-19, trabalhada pela autora.....**143**

Figura 77 – Crescimento urbano e áreas impermeáveis na sub-bacia Little Creek-Palarm. Mapa à esquerda: cobertura vegetal de copas arbóreas na malha urbana de Conway. Mapa à direita: pontos de estresse ecológico e intensidade de infiltração do solo. Fonte: UACDC, 2016, p. 17 e 20, trabalhada pela autora.....**144**

Figura 78 – Problemas na paisagem e corredores ribeirinhos. Mapa à esquerda: problemas na paisagem causados pela antropização. Mapa à direita: cinco corredores ribeirinhos da sub-bacia do Little Creek-Palarm. Fonte: UACDC, 2016, p. 23-24, trabalhada pela autora.....**145**

Figura 79 – Infraestruturas do plano estruturador para o Little Creek-Palarm. Fonte: UACDC, 2016, p. 32, trabalhada pela autora.....**146**

Figura 80 – Infraestruturas e ensaio da restauração de lagos. Fonte: UACDC, 2016, p. 36-39, trabalhada pela autora.....**147**

Figura 81 – Infraestruturas e ensaios projetuais para o Parque Markhan. Fonte: UACDC, 2016, p. 42-45, trabalhada pela autora.....**148**

Figura 82 – Infraestruturas e ensaios projetuais de vias compartilhadas para o Parque Markhan. Fonte: UACDC, 2016, p. 48, trabalhada pela autora.....**149**

Figura 83 – Infraestruturas e ensaios projetuais de vielas verdes, próximas a copos hídricos, para o Parque Markhan. Fonte: UACDC, 2016, p. 49, trabalhada pela autora.....**150**

Figura 84 – Ensaio de exemplo de cenário de estacionamento jardim. Fonte: UACDC, 2016, p. 59, trabalhada pela autora.....**151**

Figura 85 – Ensaios projetuais de estacionamento jardim e dispositivos. Fonte: UACDC, 2016, p. 53-54, trabalhada pela autora.....**151**

Figura 86 – Desenho em planta e elevação, de jardim de chuva inserido em estacionamento jardim. Fonte: UACDC, 2016, p. 58, trabalhada pela autora.....**152**

- Figura 87** – Desenhos e imagens de montes de vegetação articulados a jardins de chuva em estacionamentos jardins. Fonte: UACDC, 2016, p. 56, trabalhada pela autora.....**152**
- Figura 88** – Ensaio projetual de fazenda urbana. Fonte: UACDC, 2016, p. 63-64, trabalhada pela autora.....**153**
- Figura 89** – Infraestruturas e ensaio projetual de áreas de conservação dos espaços urbanos. Fonte: UACDC, 2016, p. 68-69, trabalhada pela autora.....**154**
- Figura 90** – Ensaio projetual de Via Verde do setor do Campus da Universidade de Arkansas (UAC). Fonte: UACDC, 2016, p. 73-74, trabalhada pela autora.....**155**
- Figura 91** – Infraestruturas e ensaio projetual do setor do Parque Urbano de Várzea. Fonte: UACDC, 2016, p. 75-77, trabalhada pela autora.....**155**
- Figura 92** – Infraestruturas e ensaio projetual do setor de Conservação de Áreas Pantanosas e Alagáveis. Fonte: UACDC, 2016, p. 78-79, trabalhada pela autora.....**156**
- Figura 93** – Mapa de Zoneamento do Município de Barretos, SP, de acordo com o Plano Diretor. Fonte: Prefeitura do Município de Barretos, em Câmara Municipal de Barretos, c2024, Anexo 2, trabalhada pela autora.....**159**
- Figura 94** – Mapa do Macrozoneamento de Gestão Ambiental do Município de Barretos, SP. Fonte: Prefeitura do Município de Barretos, em Câmara Municipal de Barretos, c2024, Anexo 6, trabalhada pela autora.....**160**
- Figura 95** – Imagem aérea assinalando o Córrego do Aleixo em sua porção em área urbana e arredores rurbanos. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024 e Paggiaro; Moni, s.d.....**161**
- Figura 96** – Imagem aérea da sub-bacia do Córrego São Sebastião e delimitação de sua Área de Preservação Permanente. Fonte: Autoral, a partir de Google Earth, 2024; Paggiaro; Moni, s.d.; Prefeitura de Barretos, s.d.....**164**
- Figura 97** – Mapa de indicação do sistema viário, instituições e áreas verdes da cidade de Barretos, SP. Fonte: Prefeitura do Município de Barretos, em Câmara Municipal de Barretos, 2006, Anexo 6, trabalhada pela autora.....**167**
- Figura 98** – Imagem aérea da sub-bacia do Córrego São Sebastião e delimitação de sua Área de Preservação Permanente, indicação de sub-bacias envoltórias e delimitação do

sistema viário principal. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Paggiaro; Moni, s.d. Barretos, 2006 e Prefeitura de Barretos, s.d., trabalhado pela autora.....168

Figura 99 – Corte esquemático avenida 43. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024.....169

Figura 100 – Corte esquemático da configuração 1 da via coletora. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024.....169

Figura 101 – Corte esquemático da configuração 2 da via coletora. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024.....169

Figura 102 – Imagem aérea com a delimitação do recorte circunstanciado da área de interesse direto relativa ao Córrego São Sebastião, assinalando áreas verdes na sub-bacia respectiva. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....171

Figura 103 – Imagem aérea com a delimitação do recorte circunstanciado da área de interesse indireto relativa ao Córrego São Sebastião, assinalando áreas verdes na sub-bacia respectiva. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....172

Figura 104 – Imagem fotográfica da enchente na Praça Primavera na cidade de Barretos em 2022. Fonte: Pereira, 2022. Disponível em: <<https://horacampinas.com.br/barretos-uma-cidade-submersa-em-poucas-horas/>>. Acesso em: 28 nov. 2024.....173

Figura 105 – Imagem fotográfica do alagamento na Rua 22 com a Avenida 29, em janeiro de 2022. Fonte: G1 Ribeirão Preto e Franca, 2022c. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/07/26/apos-6-mesescomecam-obras-de-reconstrucao-de-ponte-destruida-em-temporal-em-barretosp.ghtml>>. Acesso em: 28 nov. 2024.....173

Figura 106 – Imagem fotográfica da área da foz do Córrego São Sebastião após o alagamento de 2022. Fonte: G1 Ribeirão Preto e Franca, 2022a. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/01/31/trecho-de-avenida-desmorona-durante-temporal-em-barretos-sp.ghtml>>. Acesso em: 28 nov. 2024.....174

- Figura 107** – Imagem aérea do recorte de interesse indireto, com a delimitação da sub-bacia do Córrego São Sebastião assinalando as curvas de nível e pontos suscetíveis a enchentes ou inundações. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos.....174
- Figura 108** – Corte esquemático AA apresentando a declividade da sub-bacia do Córrego São Sebastião, Barretos/SP. Fonte: Autoral, com base em Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....175
- Figura 109** – Mapa de Zoneamento Urbano. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....175
- Figura 110** – Mapa de usos do solo do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....177
- Figura 111** – Mapa de gabarito de altura do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....178
- Figura 112** – Mapa de espaços livres verdes públicos e privados do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006. Fonte das fotografias: 1 – Lavanini, 2023; 2 – Google Maps, 2024; 3 – Google Maps, 2024; 4 – Google Maps, 2024; 5 – Google Maps, 2024; 6 – Google Maps, 2024; 7 – Google Maps, 2024; 8 – Google Maps, 2024; 9 – Google Maps, 2024.....179
- Figura 113** – Mapa de cheios e vazios do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....180
- Figura 114** – Mapa das dez configurações morfológicas identificadas no recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....182
- Figura 115** – Exemplar de muro de contenção de blocos e concreto em espaços livres verdes públicos. Fonte: Google Earth, 2024.....183
- Figura 116** – Exemplar de muro de contenção de gabião em espaços livres verdes públicos. Fonte: Google Earth, 2024.....183
- Figura 117** – Exemplar de muro de contenção de blocos de concreto na Praça Primavera. Fonte: Google Earth, 2024.....183

- Figura 118** – Articulação interescalar que estrutura os espaços na Infraestrutura Verde segundo Benedict e McMahon. Fonte: Bonzi, 2017, p. 17, traduzida pela autora.....**186**
- Figura 119** – Ensaio esquemático de recuperação de lote com edificação, localizado sobre a nascente do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**190**
- Figura 120** – Nascente simbólica do Rio Danúbio, na cidade de Donaueschingen, Alemanha. Foto autoral: Aco Smiljanic. Fonte: Expedia, c2024. Disponível em: <<https://www.expedia.com.br/Nascente-Do-Rio-Danubio-Donaueschingen.d6125316.Guia-de-Viagem>>. Acesso em: 10 dez. 2024.....**191**
- Figura 121** – Ensaio espacial do muro de contenção de muro verde com plantio de espécies macrófitas no leito do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**193**
- Figura 122** – Ensaio espacial do muro de contenção de gabião no leito do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**193**
- Figura 123** – Ensaio espacial do muro de contenção de gabião em patamares no leito do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**194**
- Figura 124** – Andenes em Tipón, Cusco, Peru. Fonte: Vivas, 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/988409/entendendo-os-terracos-andinos-infraestrutura-natural-e-paisagem>>. Acesso em: 07 dez. 2024.....**194**
- Figura 125** – Ensaio espacial do talude no leito do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**195**
- Figura 126** – Ensaio espacial de pequenas praças em *decks* ao longo do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**196**
- Figura 127** – Ensaio espacial de recuperação do leito do Córrego São Sebastião em lotes edificadas. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**196**

Figura 128 – Exemplo de jardim de chuva. Fonte: São Paulo, 2024, p. 51.....	198
Figura 129 – Detalhamento em corte da tipologia do jardim de chuva. Fonte: São Paulo, 2024, p. 55-56, diagramação adaptada pela autora.....	198
Figura 130 – Exemplo de biovaleta. Foto autoral: Carol Prado. Fonte: São Paulo, 2024, p. 29.....	199
Figura 131 – Detalhamento em corte da tipologia de biovaleta. Fonte: São Paulo, 2024, p. 33-34, diagramação adaptada pela autora.....	199
Figura 132 – Exemplo de canteiro de chuva. Foto autoral: Carol Prado. Fonte: São Paulo, 2024, p. 39.....	200
Figura 133 – Detalhamento em corte das modalidades de canteiros de chuva. Fonte: São Paulo, 2024, p. 45-46, diagramação adaptada pela autora.....	201
Figura 134 – Exemplo de corte-tipo com camadas do teto verde. Fonte: Pinheiro, 2017, p. 95.....	202
Figura 135 – Exemplos de parede em edificação e muro verde. Fonte: Ecotelhado, c2024.....	203
Figura 136 – Ilustração de exemplo de arborização urbana. Fonte: São Paulo, 2024, p. 135.....	204
Figura 137 – Calçadas com dispositivos de drenagem ecológica e arborização urbana em vias públicas em bairros de Lima, Peru. Fonte: Vera Luz.....	206
Figura 138 – Agenciamento de calçadas, ajardinamento e arborização urbana em vias públicas em bairros de Lima, Peru. Fonte: Vera Luz.....	206
Figura 139 – Ensaio espacial da avenida 43. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....	207
Figura 140 – Ensaio espacial exemplar de via coletora. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....	208
Figura 141 – Ensaio espacial da via na foz do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....	208

- Figura 142** – Ensaio espacial do calçadão. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**209**
- Figura 143** – Comparativo da permeabilidade entre pavimentos impermeáveis e pisos drenantes. Fonte: São Paulo, 2024, p. 117.....**210**
- Figura 144** – Exemplo de aplicação do bloco intertravado em calçadas. Foto autoral: Milena Boni. Fonte: São Paulo, 2024, p. 94.....**211**
- Figura 145** – Detalhamento em planta e corte de piso permeável de blocos intertravados. Fonte: São Paulo, 2024, p. 98, com diagramação modificada pela autora.....**212**
- Figura 146** – Exemplo de aplicação de piso permeável de concregrama em estacionamento de veículos e piso de blocos de concreto intertravados em calçadas e leito carroçável. Foto autoral: Milena Boni. Fonte: São Paulo, 2024, p. 101.....**213**
- Figura 147** – Detalhamento em planta, corte e detalhe da peça de concregrama. Fonte: São Paulo, 2024, p. 105, modificado pela autora.....**213**
- Figura 148** – Exemplo de aplicação dos blocos de concreto permeável em calçadas. Foto autoral: Melena Boni. Fonte: São Paulo, 2024, p. 108.....**214**
- Figura 149** – Detalhamento em corte de piso de blocos de concreto permeável com infiltração total e parcial. Fonte: São Paulo, 2024, p. 109, com diagramação modificada pela autora.....**214**
- Figura 150** – Exemplo de aplicação do fulget em espaços públicos. Foto autoral: Master Plate. Fonte: São Paulo, 2024, p. 116.....**215**
- Figura 151** – Ensaio espacial das quadras com os lotes com implementação de verdejamento urbano e dispositivos de drenagem ecológica obrigatória. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**216**
- Figura 152** – Ensaio espacial das quadras com os lotes com implementação de verdejamento urbano e dispositivos de drenagem ecológica facultativa. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.....**217**
- Figura 153** – Imagem aérea assinalando polos e fragmentos. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.....**221**

Figura 154 – Esquema de identificação dos espaços de caráter de polo, fragmento e conexão. Fonte: Autoral, com base em Bonzi, 2017, p. 17.....**222**

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Matriz dos indicadores utilizados na construção das cartas-sínteses do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p. 10, ajustada pela autora.....	51
Tabela 2 – Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p. 5, assinalando Barretos pela autora.....	52
Tabela 3 – Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Segurança Hídrica (D2) do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p. 6., assinalando Barretos pela autora.....	54
Tabela 4 – Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade (D3) do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p. 7, assinalando Barretos pela autora.....	56
Tabela 5 – Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Redução as Desigualdades Regionais (D5) do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p. 8, assinalando Barretos pela autora.....	59
Tabela 6 – Indicadores favoráveis dos temas das diretrizes aplicáveis da Zona 1 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p.12, assinalando Barretos pela autora.....	66
Tabela 7 – Indicadores críticos dos temas das diretrizes aplicáveis da Zona 1 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p.12, assinalando Barretos pela autora.....	67
Tabela 8 – Agrotóxicos presentes na água do município de Barretos. Fonte: Infosnbas, s.d.....	87
Tabela 9 – Síntese dos dispositivos de drenagem ecológica e verdejamento urbano. Fonte: Autoral, com adaptação das imagens da UACDC, 2010.....	218

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Porcentagens de empregos por tecnologia industrial, conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 45, assinalando Barretos pela autora.....	73
Gráfico 2 – Porcentagem de empregos por setor, conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 102, assinalando Barretos pela autora.....	74
Gráfico 3 – Uso da terra da cidade de Barretos. Fonte: Infosanbas, <i>s.d.</i>	83
Gráfico 4 – Qualidade da água nas UGRHI do Estado de São Paulo, assinalada a UGRHI-12, relativa à Bacia Baixo Pardo Grande, que incide no município de Barretos. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 132, trabalhada pela autora.....	84
Gráfico 5 – Modalidades de abastecimento no município de Barretos. Fonte: Infosanbas, <i>s.d.</i>	86
Gráfico 6 – Modalidades de esgotamento sanitário de Barretos. Fonte: Infosanbas, <i>s.d.</i>	88
Gráfico 7 – Número de internações por DRSAIs no município de Barretos. Fonte: Infosanbas, <i>s.d.</i>	89
Gráfico 8 – Número de óbitos por DRSAIs no município de Barretos. Fonte: Infosanbas, <i>s.d.</i>	89
Gráfico 9 – Qualidade das águas brutas para abastecimento público sendo importante para a análise a Bacia Baixo Pardo Grande, UGRHI-12. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 137, trabalhada pela autora.....	94

Listas de Abreviações

AbE: Adaptação baseadas em Ecossistemas

APL: Arranjos de Produtos Locais

APP: Áreas de Preservação Permanente

BMP: Melhores práticas de manejo (Best Management Practices)

CE: Comissão Europeia

CLPE: Consentimento livre prévio e esclarecido

CONDEPHAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo

CONSEMA: Conselho Estadual do Meio Ambiente

CPLA: Coordenadoria de Planejamento Ambiental

CR-2: Corredor Especial 2

DRSAI: Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado

EE: Engenharia Ecológica

Eco-RRD: Redução de Riscos e Desastres baseados em Ecossistemas

ETEC: Escolas Técnicas Estaduais

FACISB: Faculdades Barretos e a Faculdade de Ciências da Saúde de Barretos Dr. Paulo Prata

IA: Infraestrutura Azul

IF: Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia

IN: Infraestrutura Natural

IPRS: Índice Paulista de Responsabilidade Social

ITR: Instrumentos Tributários Rurais

IUCN: International Union for Conservation of Nature

IV: Infraestrutura Verde

IVA: Infraestrutura Verde-Azul

LID: Low Impact Development

MbE: Mitigação baseada em Ecossistemas

MGA: Macrozoneamento de Gestão Ambiental

NDC: Contribuições a Nível Nacional

ODS: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OMEC: Áreas Protegidas e Outras Medidas Efetivas de Conservação baseada em Áreas

PD&I: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PIB: Produto Interno Bruto

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RA: Região Administrativa

RE: Restauração Ecológica

RPF: Restauração de Paisagens Florestais

RQA: Relatório de Qualidade Ambiental

SAC: Serviços de Adaptação ao Clima

SAFs: Sistemas Agroflorestais

SbN: Soluções baseadas na Natureza

SE: Serviços ecossistêmicos

SEL: Sistemas de Espaços Livres

SENAC: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SIMA: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

SuDS: Sistemas de Drenagem Sustentável (Sustainable Drainage Systems)

TGCA: Taxa Geométrica de Crescimento Anual

TO: Taxa de Ocupação

UACDC: University of Arkansas Community Design Center

UCPI: Unidade de Conservação de Proteção Integral

UCUS: Unidade de Conservação de Uso Sustentável

UNEA-5: 5ª Sessão da Assembleia das Nações Unidas do Meio Ambiente (Fifth United Nations Environment Assembly)

UGRHIs: Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNIFEB: Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos

ZAG: Zona de Proteção de Mananciais

ZC: Zona Central

ZE1: Zona Especial de Implantação da Avenida Fundo de Vale

ZEE-SP: Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo

ZEIE: Zona Especial de Interesse Ecológico

ZEIT: Zona Agrícola

ZM: Zona Mista

ZPRM: Zona de Predominância de Recursos Minerais

ZR: Zona de Uso Residencial

ZRU: Zona Rurbana

ZU: Zona Urbana

ZUR: Zona Urbana Rural

WSUD: Water Sensitive Urban Design

Sumário

Introdução.....	33
Capítulo 1. Barretos/SP à luz do estatuto legal socioambiental do Estado de São Paulo.....	40
1.1. Considerações sobre o ZEE do Estado de São Paulo.....	47
1.2. Análise multiescalar e multisetorial.....	68
Capítulo 2. Soluções baseadas na Natureza: recursos de reconciliação da cidade com a natureza.....	106
2.1. Soluções baseadas na Natureza: conceitos, definições e estratégias.....	108
2.2. Ferramentas de arborização, ampliação de áreas verdes e gestão ecológica das águas pluviais.....	126
2.3. O caso da sub-bacia hidrográfica do córrego Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas como exemplaridade.....	140
Capítulo 3. Requalificação do Córrego São Sebastião: diagnóstico, prognóstico, diretrizes e ensaios de implementação.....	157
3.1. Bacia hidrográfica, Área de Preservação Permanente (APP) e malha urbana: delimitação de recorte circunstanciado.....	159
3.2. Diretrizes de planejamento da requalificação do recorte circunstanciado.....	185
3.3. Água vivenciada no espaço urbano: ensaios de implementação.....	189
Considerações Finais.....	223
Referências Bibliográficas.....	230

Introdução

Os rios podem ser compreendidos como componentes originadores de cidades e de estabelecimento de um conjunto de pessoas em um território. Por meio da proximidade com os corpos d'água é possível elencar atividades cotidianas, pelas quais a população se favoreceu como, a agricultura, o abastecimento e o deslocamento fluvial. Em contrapartida, de acordo com Herzog (2012) as ações humanas buscaram dominar os corpos hídricos ao invés de atuar com equilíbrio em seus sistemas, suprimindo sua superfície, principalmente nos espaços urbanos.

Os corpos hídricos perderam seu traçado original e obtiveram seus ecossistemas fragilizados, por meio de canalização, retificação e tamponamento, com a prerrogativa do crescimento urbano, que provocou impactos hidrológicos e socioambientais (Morsch; Mascaró; Pandolfo, 2017). Como consequência da desqualificação dos sistemas naturais — por meio da poluição, perda da mata ciliar e vegetação nativa, da extinção de espécies e do consumo excessivo — a ocorrência de eventos climáticos extremos, ilhas de calor e desastres ambientais, como enchentes, alagamentos e enxurradas, são cada vez mais recorrentes.

O município de Barretos, localizado no interior do Estado de São Paulo, se apresenta como um exemplo de cidade que modificou seus corpos d'água e dispõe de práticas que alteram e utilizam os sistemas naturais para atender as necessidades cotidianas. A cidade apresenta, em sua história, uma proximidade de corpos d'água, estrategicamente localizados. Ao longo do Ribeirão Pitangueiras surgiu o primeiro núcleo urbano e a proximidade com o Rio Grande fortaleceu a principal atividade econômica do município, a agropecuária, por meio da comercialização das produções do norte do Estado de São Paulo e do Centro-Oeste com a Região Sul (Medeiros, 2020). O município se fortaleceu devido à presença da água; durante a expansão urbana e econômica, a cidade desconsiderou seus córregos, modificando seus cursos naturais. Isto resultou em córregos retificados e canalizados, além de proporcionar diferentes dinâmicas socioeconômicas no território, que interferem nos corpos hídricos da cidade, o que acabou por ocasionar crescentes ocorrências de desastres socioambientais em dias de chuvas intensas, como consequências do crescimento urbano e da impermeabilização do solo. Esta é, em parte, a situação da bacia do Córrego do Aleixo e de seus afluentes, entre os quais o Córrego

São Sebastião, que é o objeto de investigação deste estudo, o qual se encontra em parte aflorado, mas com evidente distanciamento da população em relação ao seu desfrute.

Perante este cenário, a presente pesquisa tem, como questão norteadora, a possibilidade de reintegrar elementos naturais à paisagem antropizada, de modo que o sistema hídrico se afirme como componente do ambiente urbano, tendo como premissa partir de pequenos cursos d'água, com a conservação da biodiversidade e continuidade das características ecossistemas. Esta premissa busca indagar sua potencialidade em se estruturar de forma sistêmica no território urbano.

A eleição do tema relacionado a recursos hídricos e articulação da natureza com a cidade está vinculada à constância, em que os sistemas hídricos estiveram presentes em minha vida acadêmica. Desde a Iniciação Científica (2014-2015), orientada pela Profa. Dra. Ivone Salgado — um estudo do primeiro núcleo urbano da cidade de Porto Feliz, às margens do Rio Tietê — investigamos como a água esteve presente como estruturadora urbana na formação de cidade. O Trabalho Final de Curso (TFG – 2017), orientado pelo Prof. Ms. Antonio Fabiano Jr. e pela Profa. Vera Santana Luz, foi realizado no Jardim Vera Cruz, Zona Sul de São Paulo, às margens da represa Guarapiranga, em que os elementos naturais, dada a condição deste território pertencer à Área de Proteção dos Mananciais da Represa Guarapiranga, se fizeram presentes no projeto urbano elaborado em grupo (Begiatto *et al.*, 2017), como componentes fundamentais do território, em contraste com a ocupação informal de baixa renda. Da mesma forma que no projeto urbano, no projeto individual, por mim desenvolvido, intitulado Projeto Navegar (Calil, 2017), a água foi tratada como infraestrutura de paisagem e navegabilidade, comportando-se com uma relevância cultural e identitária da comunidade.

Como procurei evidenciar brevemente em minha trajetória, as questões que permearam minha vivência profissional e acadêmica despertaram meu interesse em continuar tendo como objeto de estudo os recursos hídricos, em particular os localizados no município de Barretos, tendo em vista ser a minha cidade de origem, por trabalhar como professora e coordenadora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB) e dispor da intenção de desenvolver trabalhos acadêmicos e de inspirar políticas públicas e processos de participação social e comunitária incluindo atividades educativas de modo horizontalizado.

O município de Barretos apresenta, como especificidade, a proporção relativamente diminuta de sua área urbana perante a área rural. Essa conjuntura posiciona, no presente

trabalho, a eleição de um corpo hídrico urbano em Barretos, como um estudo de caso particular e exemplar ao mesmo tempo. A especificidade se apresenta pela dimensão das áreas rurais no município e suas consequências às zonas urbanas e rurais, acrescentando-se a isto a expressiva quantidade de instituições educacionais de nível técnico e superior, em se tratando de um município da escala de Barretos, o que possibilita maior quantidade de pesquisas relacionadas à renaturalização do tecido urbano e retorno dos ecossistemas. A exemplaridade se manifesta pelo corpo hídrico estar localizado em um tecido urbano consolidado e com seus sistemas naturais fragilizados, como a baixa quantidade de vegetação nativa, a baixa densidade de nascentes e de hidrografia e poucas Unidades de Conservação. Esses temas, tanto os particulares como exemplares, serão abordados no Capítulo 1, por meio da análise integrada realizada do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP) (São Paulo, 2022i) e do Relatório de Qualidade Ambiental (RQA) (São Paulo 2022h).

Salienta-se que, como estudo de caso exemplar, áreas conjugadas a cursos hídricos urbanos, nas atuais circunstâncias de eventos climáticos extremos, se tornaram mais afetadas a riscos de desastres socioambientais. A pesquisa, neste sentido, evidencia a necessidade de investigar novos paradigmas para orientar soluções resilientes para a vida nas cidades, alinhando e conectando as comunidades aos espaços e, simultaneamente, na busca de proteger e potencializar a presença dos elementos naturais e da biodiversidade.

O principal corpo d'água da cidade, o Córrego do Aleixo, dispõe de significativa fração de seu traçado na malha urbana e apresenta proporção expressiva em áreas rurais, como é a situação da nascente, e, em área urbana, é foz de três capilares, dois tamponados e um parcialmente a céu aberto, o Córrego São Sebastião, nosso estudo de caso — que foi elencado como um afluente exemplar, por dispor de trechos aflorados, com sua envoltória consolidada e manifestar características de desequilíbrio ambiental.

O Córrego São Sebastião, sendo um capilar urbano a céu aberto com ocupação consolidada, é uma situação recorrente em cidades pequenas, médias e metrópoles. A premissa do estudo é a restauração do tecido urbano, propondo equilíbrio entre os sistemas azuis, verdes e cinzas, com ações de relativo baixo impacto e com facilidade de promoção de pactos comunitários na escala local e intra-urbana, perante a priorização e grande predomínio dos sistemas técnicos sobre os grandes rios urbanos nas cidades, como as avenidas de fundo de vale, como demonstrou Franco (2010) sobre o caso da cidade de São Paulo.

Esta Dissertação prossegue nesta premissa, a partir de outros trabalhos realizados no Grupo de Pesquisa LADEUR – Laboratório de Desenho e Estratégias Urbano-Regionais, sob a mesma orientação, como em Cypriano, 2024, que prioriza priorizar os denominados “homens lentos”, conforme conceituação definida por Santos (2007).

Pretendeu-se realizar uma análise integrada e multiescalar territorial, compreendendo tanto a escala urbano regional como a escala local, mediante um recorte circunstanciado do Córrego São Sebastião, para a consecução de diagnóstico, prognóstico, diretrizes e ensaios espaciais de requalificação do corpo hídrico e maior relação entre aspectos naturais e a vida cotidiana dos habitantes. As bases para a concepção dos ensaios, que caminham em direção de sistemas biodiversos e resilientes, são as ações fundamentadas nas Soluções baseadas na Natureza (SbN), que propõem abordar, de forma simultânea, desafios e soluções relacionados ao meio ambiente, à biodiversidade e ao bem-estar humano, propondo benefícios mútuos (IUCN, 2016).

As propostas podem e deveriam ser extensivas, sistemicamente, a toda sub-bacia do Córrego São Sebastião, porém o estudo se concentrou no tecido envoltório de influência imediata, direta e indireta, para melhor conceituação e implementação dos dispositivos de drenagem ecológica e de verdejamento urbano. Evidentemente, as proposições são possíveis de replicabilidade no município de Barretos, como em territórios análogos. O Córrego do Aleixo, principal corpo hídrico da cidade, é em certa medida, um exemplo dessa circunstância e, sua complexidade de rio de maior envergadura, com a principal característica de percorrer, a montante, expressiva extensão de territórios rurais, cruzar tecido urbano e voltar a percorrer extensão considerável de territórios rurais — conduz ao entendimento que esta situação demandaria um estudo mais complexo e transdisciplinar, podendo resultar em trabalhos futuros.

Neste sentido, a metodologia se articula em quatro etapas: análise territorial urbano regional; análise territorial na escala municipal e delimitação do recorte circunstanciado; discussão comparada de repertórios análogos; diretrizes; e ensaios espaciais. Na análise territorial urbano regional buscou-se a investigação crítica de dados socioambientais e econômicos, de forma multiescalar e multisetorial, à luz do estatuto legal do Estado de São Paulo, a partir de referências bibliográficas e documentais. A análise territorial na escala municipal e definição do recorte circunstanciado da bacia do Córrego São Sebastião se estabeleceu mediante indicadores intersetoriais, tais quais: geomorfologia; história da formação da cidade; sistemas de transporte; infraestruturas; tecidos urbanos; sistemas de espaços livres; Plano Diretor municipal e Lei de Uso e Ocupação do Solo; dados

populacionais, a partir de referências bibliográficas e documentais e estudos de campo. A discussão comparada de repertórios análogos dirigiu-se a partir de referências bibliográficas e sistematização crítica de conceitos e definições de Soluções baseadas na Natureza (SbN) e investigação de projeto análogo. As diretrizes e ensaios espaciais seguem o objetivo de verificar possibilidades de recuperação e preservação deste recurso natural e possível replicabilidade, tanto de modo sistêmico na cidade de Barretos como em territórios análogos, cuja metodologia se deu, como citado, a partir de diagnóstico estabelecido mediante a análise territorial, e prospecção, produzindo cenários em bases cartográficas, de imagens aéreas, cortes esquemáticos e desenhos tridimensionais. As etapas metodológicas, de acordo com o objetivo proposto, se desdobraram na organização da presente dissertação, elaborada em três capítulos:

O Capítulo 1 – “Barretos/SP à luz do estatuto legal socioambiental do Estado de São Paulo” se aprofundou na análise multisetorial e multiescalar de Barretos e sua região, com base no Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP), no Relatório de Qualidade Ambiental (RQA) do Estado de São Paulo e em determinadas condicionantes do Código Florestal. As dinâmicas socioambientais e econômicas diagnosticadas, em um processo multiescalar e multisetorial, se deu de acordo com o ZEE-SP, a partir da Regiões Administrativa de Barretos e, conforme o RQA, considerou a Bacia Baixo Pardo Grande, inserida na Unidade de Gerenciamento Hídrico 12 (UGRHI – 12). Este processo norteou a compreensão e constatação de fragilidades e potencialidades, relacionadas a aspectos ambientais e socioeconômicos, — em que se destacam a resiliência às mudanças climáticas; segurança hídrica, salvaguarda da biodiversidade, redução das desigualdades regionais e economia competitiva e sustentável (São Paulo, 2022a; 2022h).

O Capítulo 2 – “Soluções baseadas na Natureza: recursos de conciliação da cidade com a natureza” tem como escopo apresentar o campo das Soluções baseadas na Natureza (SbN), como matriz orientadora, para os propósitos do tema em investigação e analisar um estudo de caso que realiza, de modo conciliador, uma sutura entre o sistema verde e azul e o cinza. O capítulo é dividido em três partes, sendo a primeira a conceituação de Soluções baseadas na Natureza, que tem como preceito fundamental a instituição de ações condutoras de benefícios mútuos ao bem-estar humano e ecossistêmicos, relacionados à segurança hídrica, segurança alimentar, segurança humana, riscos de desastres, mudanças climáticas e desenvolvimento social e econômico. A segunda parte apresenta dispositivos denominados como Urbanismo de Baixo Impacto ou Desenvolvimento de Baixo Impacto (*Low Impact Development- LID*), de acordo com a

matriz conceitual de University of Arkansas Community Design Center (UACDC, 2010), que propõe dispositivos considerados como ecológicos para tecidos urbanos e áreas rurais, como ferramentas de manejo integrado das águas pluviais, por meio de processos biológicos que possibilitam a filtração, infiltração e tratamento das águas, entre outras¹. A terceira parte apresenta a análise crítica e investigação da metodologia adotada no estudo de caso da sub-bacia hidrográfica Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas. O projeto foi realizado pelo Community Design Center, da Fay Jones School of Architecture + Design da Universidade de Arkansas, em colaboração com o Department of Biological and Agricultural Engineering and Office for Sustainability (UACDC, 2016). A leitura crítica dos referenciais deste capítulo estrutura uma das bases para elaboração de uma sutura entre o sistema verde e azul e o cinza, por meio da renaturalização do hídrica e vegetal, conservação e preservação da biodiversidade, e criação de espaços habitáveis de baixo impacto.

O capítulo 3 – “Requalificação do Córrego São Sebastião: diagnóstico, prognóstico, diretrizes e ensaios de implementação”, apresenta a construção de elementos para o objetivo de implementação do sistema verde azul, mediante metodologia de diagnóstico e diretrizes pautadas pela leitura crítica da sub-bacia do Córrego São Sebastião, em processos empíricos, tendo também, a reflexão a partir de referências bibliográficas, documentais, cartografias e de imagens aéreas. O capítulo é organizado em três partes; a primeira é a análise de aspectos referentes à sub-bacia do córrego, à Área de Preservação Permanente (APP), e à sobreposição da malha urbana, compondo áreas de influência direta e indireta — mediante o que se realizou a delimitação do recorte circunstanciado do Córrego São Sebastião para pesquisa, tendo como premissa a relação de proximidade dos habitantes com o córrego e a restauração de elementos naturais na paisagem, como sistema. Para tanto, elaborou-se diagnóstico de potencialidades, fragilidades e particularidades do território, por meio da compreensão da articulação de condicionantes geomorfológicas, da malha urbana, dos espaços livres verdes remanescentes e

¹ Segundo Luz (2024, p. 7), “Nesse âmbito, a drenagem sustentável é uma tendência surgida internacionalmente por volta dos anos 1980, e que já apresenta uma certa consolidação. Sua denominação varia, conforme seus países de origem e de determinadas especificidades propostas, entre os chamados: Melhores Práticas de Manejo (*Best Management Practices* - BMP), Desenvolvimento ou Urbanismo de Baixo Impacto (*Low Impact Development* - LID), EUA, Sistemas de Drenagem Sustentável (*Sustainable Drainage Systems* – SuDS), Reino Unido, Drenagem Urbana Sensível à Água (*Water Sensitive Urban Drainage* – WSUD), Austrália”.

estruturadores e de determinações do Plano Diretor da cidade (Barretos, 2006). Mediante o diagnóstico, a segunda parte do capítulo se refere às diretrizes sistematizadas para requalificação do recorte circunstanciado, pautadas em Infraestruturas Verdes e na articulação de Sistemas de Espaços Livres Verdes mediante o conceito de polos, fragmentos e conexões (Benedict; McMahon, 2006), e fundamentadas nas Soluções baseadas na Natureza (SbN) e no Low Impact Development (LID). Na terceira parte, como desdobramento das diretrizes foram elaborados ensaios espaciais para um cenário verde e azul, em busca de maior equilíbrio e harmonia entre os espaços urbanos e sistemas naturais. As diretrizes e ensaios buscam sintetizar processos de recuperação e preservação consubstanciando uma metodologia preliminar, no sentido de sua replicabilidade em situações análogas.

Caracterizar um corpo d'água como um capilar exemplar, que articula soluções sistêmicas de manejo das águas pluviais e verdejamento urbano na escala local, permitiu vislumbrar um suporte bio-físico para melhora da qualidade e quantidade hídrica, bem como a configuração de espaços de convívio na sub-bacia em tela — em ações de pequeno porte e imediatamente realizáveis; foi possível entrever, para estudos futuros, a disseminação de diretrizes e proposições de sutura de sistemas verdes, azuis e cinzas, não apenas na sub-bacia do estudo de caso, mas na escala do município de Barretos, como também em territórios análogos, cuja busca da conservação dos corpos hídricos, da preservação dos ecossistemas em áreas urbanas e do fortalecimento e a resiliência da bacia hidrográfica aponta para perspectivas de maior equilíbrio socioambiental nos espaços urbanos.

Capítulo 1

Barretos/SP à luz do estatuto legal socioambiental do Estado de São Paulo

O município de Barretos, interior do Estado de São Paulo, tem sua história originada desde os bandeirantes que seguiram os territórios próximos aos rios Grande, Paranapanema e Tietê. O povoado começou a se formar em meados de 1830, com a chegada das famílias mineiras Barreto e Marques, que estabeleceram suas fazendas Fortaleza e Monte Alegre, respectivamente, próximas ao Rio Pitangueiras, e doaram alqueires para a criação do arraial e a construção da capela e, futuramente, em 1885, a Igreja Matriz do Espírito Santo, homenageando o Divino Espírito Santo. Com os avanços urbanos e o crescimento do núcleo central da cidade, novos equipamentos e espaços públicos começaram a ser inaugurados, como: Estação Ferroviária da “Companhia Paulista de Estrada de Ferro”, em 1909; iluminação elétrica pública, em 1911; o primeiro Matadouro e Frigorífico (atual JBS), em 1913 — que atraiu novos moradores e imigrantes europeus, movimentando financeiramente a cidade — tendo como consequência a construções de hotéis, comércios e palacetes, no centro de Barretos (Medeiros, 2020).

Com o crescimento da cidade, novos equipamentos urbanos foram inaugurados na região central e outros semeados em outros bairros, formando uma pequena, mas relevante rede de espaços públicos, com atividades culturais, sociais e políticas. Na década de 1940, foi fundado um espaço importante para a história de Barretos, tombado pelo CONDEPHAT em 2006, o Recinto Paulo de Lima Corrêa, palco de exposições agropecuárias e das primeiras Festas do Peão de Barretos. Em 1957, se inicia a criação de gado e serviços de logística de transporte de animais pela família Vilela de Queiroz que, em 1992, funda o Frigorífico Minerva do Brasil S/A, com sede em Barretos, sendo uma das empresas que mais geram emprego na cidade, até o presente. No ano de 1967, é fundada a Fundação Pio XII, com o intuito de acolher e suprir a alta demanda de pacientes oncológicos que buscavam tratamento no Hospital São Judas Tadeu. Atualmente, a Fundação Pio XII é nomeada como Hospital do Amor, e responsável pelo giro da economia da cidade, juntamente com os frigoríficos e comércio, pela geração de empregos e pela população flutuante — pacientes que vêm de várias regiões do Brasil e de outros países, para realizar tratamento no hospital (Medeiros, 2020).

Na década de 1980, o prefeito Uebe Rezeck propõe e implanta quatro grandes obras no seu mandato: instalação de postinhos nos bairros da cidade, retificação do traçado dos trilhos da ferrovia, criação de um distrito industrial e a transformação do “Brejo do Pimpão”, na Região dos Lagos, que hoje é um dos cartões postais da cidade e também uma infraestrutura urbana, por comportar um sistema de regulação de vazão de águas pluviais em dias de chuvas fortes, com intuito de evitar enchentes ao longo do Córrego do Aleixo, principal corpo hídrico da cidade (Jornal de Barretos, 2020).

O turismo relacionado ao rodeio, juntamente com o agronegócio, são setores econômicos de grande envergadura no município e que fortalecem a presença da cultura sertaneja na cidade de Barretos, o crescimento da maior “Festa do Peão” do país, e a divulgação da comida típica da região, a queima do alho. Assim, as características presentes, desde a origem da cidade, permanecem enraizadas no município, tornando-o Estância Turística do Estado de São Paulo, em 2021 (Jornal de Barretos, 2021). Os municípios que recebem o título de Estância Turística necessitam de infraestrutura de lazer para acomodar e receber os visitantes; preservação do patrimônio e bens culturais; e proteção e conservação dos recursos naturais. No entanto, de acordo com o Relatório de Qualidade Ambiental (RQA) (São Paulo, 2021; 2022h), Barretos é a terceira cidade com o maior foco de incêndios do Estado, registrando 81 pontos, perdendo apenas para Miguelópolis (115 pontos) e Ituverava, com (104 pontos) e apresenta fragilidades relacionadas à preservação e conservação da biodiversidade. Para manter o título de Estância Turística, seria pertinente ampliar as possibilidades de vivência no meio urbano, com espaços públicos que possibilitem as práticas culturais e recreativas, alinhadas a soluções de equilíbrio socioambiental, considerando as condições climáticas da região.

A relação urbano-rural possibilita compreender Barretos como um estudo de caso particular, mas também uma situação típica e exemplar para investigar, em termos metodológicos, passível de replicação em cidades onde a concepção da malha urbana se sobrepôs aos sistemas naturais, o que facilita a ocorrência de desastres socioambientais e eventos climáticos extremos.

A respeito das condições climáticas, a arborização em Barretos é escassa, situação que foi abordada nesta pesquisa em um recorte exemplar do Córrego São Sebastião — afluente do Córrego do Aleixo — como indicação, para reverberação de dispositivos de verdejamento urbano e drenagem ecológica em todo o tecido urbano (Capítulo 3). A cidade contempla o Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico: Água/ Esgoto/ Drenagem Urbana (Barretos, 2018), mas, na área urbana não conta, de maneira

recorrente e quase completa, com sistemas de microdrenagem convencional, como bocas de lobo e canalizações condutoras; até o momento, não há ações concretas relacionadas à microdrenagem, bem como com respeito a dispositivos de drenagem ecológica. O referido documento faz uma referência a bacias de retenção, porém sem menções de dispositivos de infiltração, filtração e tratamento ecológico das águas pluviais, de um modo geral e sistêmico. Contraditoriamente, conforme o Plano Municipal Específico dos Serviços de Saneamento Básico: Água/ Esgoto/ Drenagem Urbana (Barretos, 2018):

O sistema de microdrenagem urbana capta as águas escoadas superficialmente e as encaminha até o sistema de macrodrenagem através das seguintes estruturas: meio-fio ou guia, sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visita, galerias de água pluvial, tubos de ligação, condutos forçado e estações de bombeamento (quando necessário).

O município dispõe de algumas estruturas de microdrenagem na área urbana. Porém, o levantamento em planta da rede de drenagem e demais informações técnicas relativas às estruturas, tais como galerias, bocas-de-lobo, poços de visita etc., não está cadastrado ou disponível para consulta. Também não há informação sobre a manutenção e limpeza periódica do sistema de microdrenagem.

Além das estruturas de microdrenagem, como as galerias de águas pluviais e suas estruturas, o município conta com duas bacias de retenção que recebem as águas pluviais de alguns bairros nas imediações. A primeira está localizada no bairro São Francisco e a segunda, denominada Parque Ecológico Enéas Carneiro, localizada ao final da Rua Osvaldo Coutinho, que possui pista de caminhada, ciclofaixa e área ao ar livre. Esta bacia de retenção recebe águas pluviais dos bairros Zequinha Amendola, Santa Izabel e Hussein Gehna, havendo vertedor para o Córrego Barro Preto (Barretos, 2018, p. 107-108).

No estudo de caso em tela, na sub-bacia do Córrego São Sebastião não foram localizadas bocas de lobo nas avenidas e ruas, a menos da Av. 7, avenida de fundo de vale ao longo do Córrego do Aleixo e alguns casos de avenidas que cruzam o eixo do córrego São Sebastião (Figura 1), somente nos pontos destes cruzamentos, mesmo nas áreas que são delimitadas como foco de inundações ao longo do Córrego, conforme mapeado na presente pesquisa (Figura 122 – Capítulo 3). Esta situação evidencia a oportunidade para a aplicação de sistemas de drenagem ecológica — conceituados no Capítulo 2 e propostos

no Capítulo 3 — como jardins de chuva, canteiros pluviais, bacias de infiltração, entre outros, que se caracterizam pela captação *in situ*, evitando alagamentos no tecido urbano e enchentes na macrodrenagem dos rios, como dispositivos atualmente considerados, internacionalmente, como de benefícios fundamentais, tais quais a detenção temporária, filtragem, descontaminação da poluição difusa, absorção no lençol freático e qualificação da paisagem (São Paulo, 2024; Zevenbergen; Fu; Pathirana, 2018; Water by Design c2020; UKRI, c2023; UACDC, 2010).



Figura 1 - Bocas de lobo em pontos específicos de cruzamento do leito do Córrego São Sebastião com a Avenida Vinte e Sete e com a Avenida 23, ambos focos de inundações. Fonte: Googlemaps, trabalhada pela autora. Acesso em: 28 jan. 2025.

Com o propósito de compreender a situação atual do município de Barretos, este capítulo aborda, de forma multiescalar e a multisetorial a análise urbano regional da atual situação do Córrego do Aleixo, localizado na cidade de Barretos, ao norte do Estado de São Paulo. A investigação do estatuto legal é baseada no Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP) (São Paulo, 2022), no Relatório de Qualidade Ambiental (RQA) (São Paulo, 2022h) e no Código Florestal (Brasil, 2012). A leitura territorial a partir do ZEE-SP e RQA permite a comparação de dados, contraposição da realidade com o que é previsto em legislações como o Código Florestal e compreender a situação atual da região da área de estudo — Córrego do Aleixo, Barretos — e sua relação socioambiental e econômica com o Estado. Embora nosso recorte de estudo seja a bacia do Córrego do Aleixo, a discussão de escala ampliada vai no sentido de compreender que as características socioambientais e os impactos antrópicos ultrapassam os limites e os zoneamentos municipais e locais, porém repercutem nesses territórios.

Segundo Torres (2014), a compreensão das dinâmicas territoriais permite a concepção de políticas públicas baseadas nas potencialidades e fragilidades locais que não sejam ações replicáveis e estruturadas apenas para o presente, mas ações que estão além dos limites institucionais e estão relacionadas diretamente com o lugar, técnica, produção social e práticas coletivas.

O ZEE-SP e o RQA são instrumentos que contemplam uma base de dados e análise socioterritorial de todo Estado de São Paulo, com objetivo de fomentar a geração de políticas públicas a partir das características, potencialidades e fragilidades de cada situação diagnosticada. Veremos, durante este texto, como o ZEE propõe recortes para análise, diagnóstico e zoneamento próprio, com indicação de diretrizes e como o RQA organiza sua leitura socioterritorial a partir de bacias hidrográficas. A análise integrada realizada, na presente Dissertação, das duas bases de dados, apresentada neste capítulo, discorre e sintetiza dados evidenciando o Estado de São Paulo como um território em crise socioambiental e com contínuo incentivo ao crescimento econômico, dando clareza para a necessidade estadual de novas formas de pensar e construir ruralidades e urbanidades, em direção a maior equilíbrio com a natureza.

Buscaremos apresentar determinados dados relativos ao município de Barretos que evidenciam uma realidade em que dinâmicas territoriais urbanas e rurais repercutem como consequências diretas ao Córrego do Aleixo, que, por sua vez, impactam os moradores da cidade e dos municípios vizinhos. Essa situação é contraditória perante a base legal do Código Florestal, com respeito a Áreas de Proteção Permanentes (APP), que predica a preservação dos recursos hídricos, estabilidade geológica, biodiversidade e garantia de bem-estar humano (Queiroz, 2022, p. 358-359). A definição de APP segundo o Código Florestal (Brasil, 2012) é:

[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; [...] (Brasil, 2012, art. 3º)

O Código Florestal foi instituído em 1934, como um conjunto de restrições ao uso indiscriminado da terra, proibindo, principalmente, o corte de árvores ao longo dos rios e nascentes. O Código Florestal teve atualizações, sendo elas: Lei Federal 4.771/1965, intitulada Novo Código Florestal; e Lei Federal 12.651/2012, nomeada Lei Florestal, atualizada para a Lei 12.727/2012, que tem como premissa de preservação das florestas e da biodiversidade (Queiroz, 2022, p. 48). No entanto, o debate sobre a atualização da lei é controverso².

² As modificações no Código Florestal estabeleceram artigos favoráveis e desfavoráveis à proteção e conservação da biodiversidade. Como exemplaridades de pontos de potencialidades, o novo código estabelece que as infrações serão punidas em âmbito penal, administrativo e civil; as APP's

O RQA (São Paulo, 2022h) é um instrumento elaborado a partir da Política Estadual do Meio Ambiente, Lei Estadual nº 9.509/1997, com o objetivo de consolidar e disponibilizar de forma anual informações sobre a qualidade do meio ambiente no estado de São Paulo. Pretende uma gestão descentralizada, fornecendo subsídios para criação e melhoria de políticas públicas relacionadas ao meio ambiente, de modo a ampliar a conscientização sobre a importância de conservar os recursos naturais.

Os dois instrumentos, ZEE-SP e RQA, analisam o Estado com a finalidade de propor um banco de dados que incentive a geração de políticas públicas de maior equilíbrio socioambiental, apoiadas nas potencialidades e fragilidades do território.

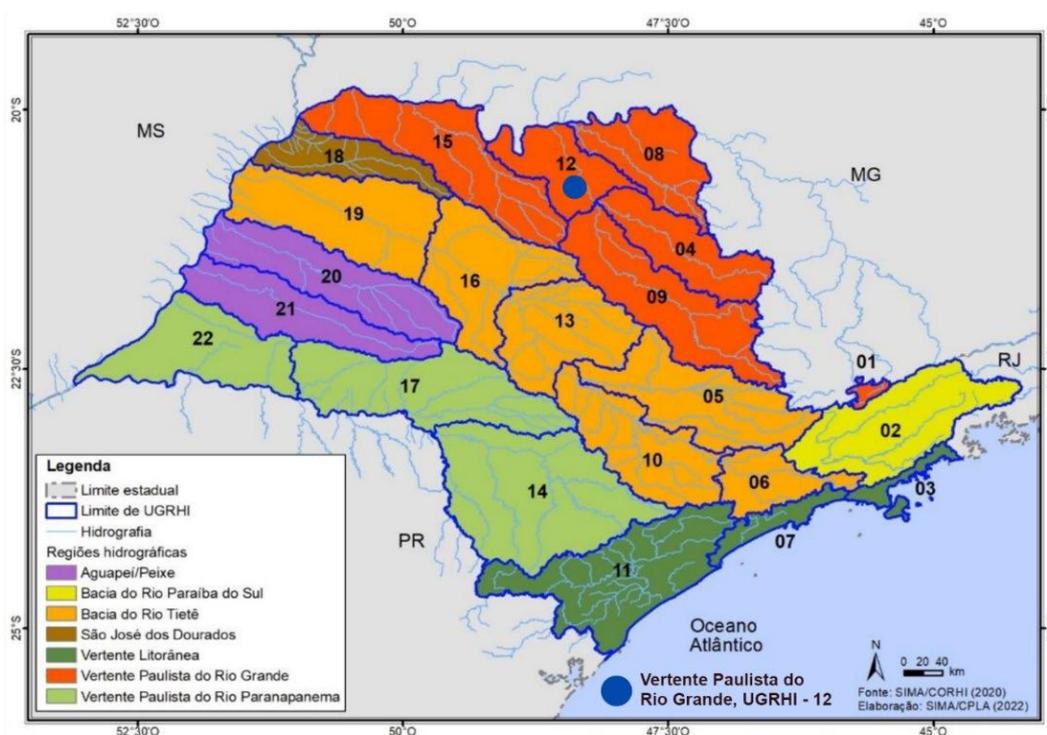


Figura 2 - Bacias Hidrográficas do Relatório de Qualidade Ambiental. Fonte: São Paulo, 2022h, p.39, assinalando a Bacia Vertente Paulista do Rio Grande, UGRHI-12, pela autora.

Com respeito ao RQA, para melhor gestão e planejamento, o Estado foi dividido em 7 bacias ou regiões hidrográficas (Figura 2, acima), sendo que o município de Barretos está localizado na Vertente Paulista do Rio Grande. As bacias foram delimitadas pelo Plano

das áreas rurais e urbanas devem ser regulamentadas pelo Código Florestal, retirando estas discussões do Plano Diretor; impõe a obrigação de preservação e reparação das áreas que sofreram danos ambientais antes da propriedade ter sido adquirida; e permite atividades lenhosas e pastoris desde que estas não suprimam a vegetação nativa. Por outro lado, permite situações que incentivam cultivos, criação de animais e ocupação humana, por meio da alteração das APP's em cursos d'água e morros; concede anistia e regulação das áreas consolidadas após as atividades ilegais de exploração; e isenção aos pequenos proprietários de preservar a Reserva Legal (Neves, 2018).

Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007 e divididas em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), que, de acordo com a Lei Estadual nº 7.663/1991, são “unidades territoriais com dimensões e características que permitam e justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos” (São Paulo, 2022h). Cada UGRHI foi nomeada a partir dos rios estruturantes, com ressalva à área litorânea, que teve sua nomenclatura a partir dos divisores de águas.

O município de Barretos está localizado na Bacia Baixo Pardo Grande, pertencente a UGRHI-12, a norte do Estado (Figura 3). Essa unidade é formada por 12 cidades e apresenta baixa densidade demográfica, sendo Barretos detentora de quase um terço da população, correspondente a 122 mil habitantes, em dados de 2020 do IBGE e, junto com Bebedouro, correspondem a 61% do Produto Interno Bruto (PIB) da bacia (São Paulo, 2022h).

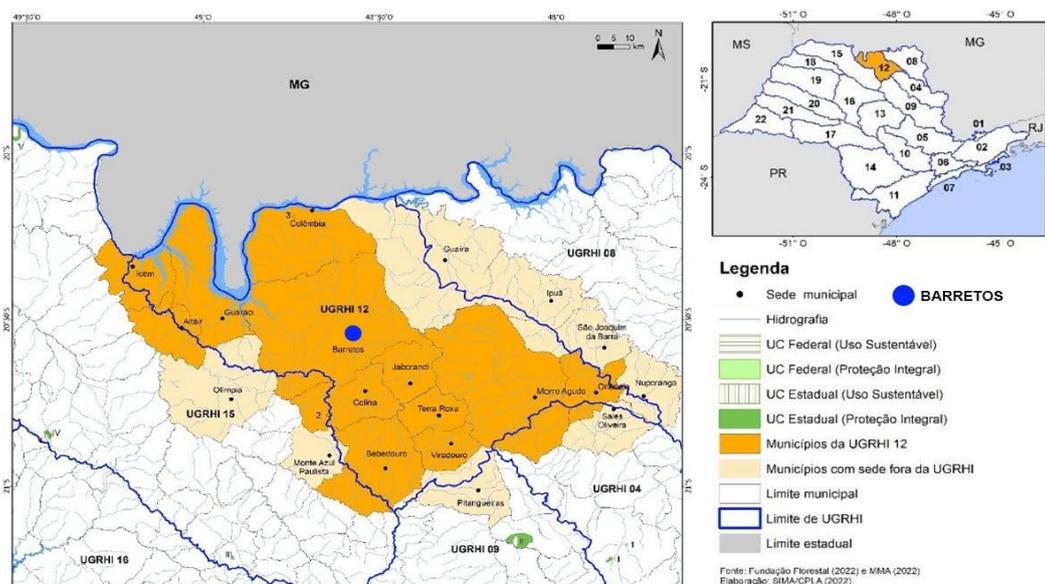


Figura 3 - Bacia Baixo Pardo Grande, UGRHI -12. Fonte: São Paulo, 2022h, p .64, assinalando Barretos pela autora.

A característica econômica da Bacia Baixo Pardo Grande é a agropecuária. Contempla dois Arranjos Produtivos Locais (APL), em Bebedouro, pelo cultivo da mandioca e, em Barretos, no setor da saúde. O turismo é uma particularidade da bacia, visto que Barretos é considerado uma Estância Turística e muitos municípios, tais quais Bebedouro, Icém, Orlandia, Colina, Guaraci e Viradouro são de interesse turístico, relacionado principalmente com as águas sertanejas (São Paulo, 2022h).

Os recursos hídricos e os impactos ambientais causados pelas atividades humanas, ultrapassam os limites dos municípios, sendo necessário uma análise multiescalar e multisetorial.

O recorte territorial em que se insere o Córrego do Aleixo apresenta fragilidades relacionadas aos recursos hídricos, à biodiversidade e consequências da agropecuária, observados em dados relativos à fragmentação da vegetação nativa, densidade hídrica, desperdício de água, uso de agrotóxicos e falta de diversificação de culturas (São Paulo, 2022e).

A articulação de ferramentas como o ZEE-SP, o RQA e o Código Florestal permitem uma leitura multisetorial e multiescalar, favorecendo a compreensão da situação atual e perceber com mais clareza seu rebatimento no que infere no nosso estudo de caso, o Córrego do Aleixo, mediante a leitura regional. Associar esses instrumentos ao Plano Diretor de Barretos permite formar bases para uma leitura e análise em escala local, realizada no Capítulo 1, com um olhar em escala mais aproximada. Vincular dados do estatuto legal concede questionar que os dispositivos predicados nas leis seriam eficientes aos seus propósitos, de fato empregados e inspirar a constituição de políticas públicas que atuem no território de forma transformadora.

1.1 Considerações sobre o ZEE do Estado de São Paulo

O Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP) (São Paulo, 2022) é um instrumento técnico e político de planejamento socioambiental e territorial que estabelece diretrizes de ordenamento e gestão, levando em consideração as potencialidades e fragilidades de cada região do Estado. A elaboração desse documento foi realizada pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), através da Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA), com objetivo de conciliar a proteção dos recursos naturais e o desenvolvimento econômico, por meio de fomentação de políticas públicas, orientação de investimentos públicos e privados, licenciamento de atividades produtivas e fortalecimento de medidas de adaptação às mudanças climáticas.

Esse documento é uma ferramenta de diagnóstico, prognóstico e subsídios socioterritoriais multiescalares, que permite análises e a elaboração de sínteses em diferentes escalas como a estadual, regional e local e o diálogo com outros instrumentos de gerenciamento, como Planos Diretores, Gerenciamento Costeiro, Leis de Áreas de Mananciais entre outros. Sua elaboração contou com a participação de diferentes agentes, a saber, a Comissão Estadual do ZEE, especialmente constituída — formada por 11

secretarias³, consultores especializados⁴, mesas de diálogo com Comitês das Bacias Hidrográficas, setores produtivos, institutos de pesquisa, entidades ambientalistas, conselhos profissionais, e consultas ao público em geral da sociedade civil. O ZEE-SP foi apresentado para ciência e aprovação ao Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) e resultou em Decreto Estadual em 30 de novembro de 2022 (São Paulo, 2022).

A finalidade do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo é conciliar, de forma equilibrada, as questões ambientais, econômicas e sociais, para compreensão multisetorial do território e implementação de diretrizes de desenvolvimento e proteção. Embora o documento tenha sido realizado com extremo rigor, tanto com respeito aos dados para análise como no que concerne à síntese que resultou no Zoneamento Ecológico Econômico propriamente dito, há que se questionar até que ponto, tanto na conceituação como na prática nos territórios, seja possível equilibrar forças e tensões de ordem por vezes antagônicas, quais sejam, a economia e a ecologia.

O ZEE-SP é constituído em quatro diretrizes metodológicas:

- Planejamento;
- Diagnóstico;
- Prognóstico;
- Subsídios à Implementação.

Essas fases são sequenciais, complementares e cíclicas (Figura 4), ou seja, foi necessário consubstanciar cada etapa individualmente, em suas especificidades próprias, em paralelo, se integrando com as demais.

³ As secretarias envolvidas na elaboração do ZEE foram: Secretaria de Governo, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Secretaria de Desenvolvimento Regional, Secretaria da Justiça e Cidadania, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Secretaria de Logística e Transportes, Secretaria de Transportes Metropolitanos, Secretaria da Habitação, Secretaria da Saúde, Secretaria de Turismo e Casa Militar e Defesa Civil (São Paulo, 2022a).

⁴ Colaboradores do GT Clima/ZEE: Nádia Gilma Beserra de Lima - IG; Maria Fernanda Pelizzon Garcia - CETESB, Gustavo Armani - IG e Jussara de Lima Carvalho – AI/SIMA. Colaboradores do INPE/CPTEC, Dra. Sin Chan Chou e Dr. André Lyra. (São Paulo, 2022d).

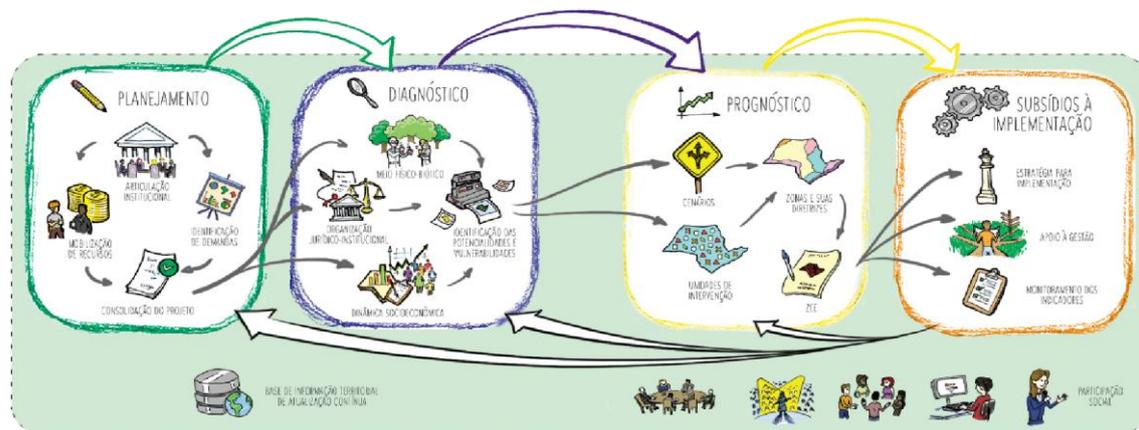


Figura 4 - Diretrizes metodológicas do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2018, p. 14-15.

A etapa Planejamento constitui-se pela definição dos objetivos, da mobilização de recursos, das articulações institucionais e das diretrizes estratégicas. Como produto, esta fase gerou o Plano de Trabalho do ZEE-SP e um banco de dados territorial (Figura 5), configurando, com clareza, diretrizes metodológicas para sua constituição.



Figura 5 - Etapas das diretrizes metodológicas do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022a, p. 6.

As diretrizes estratégicas do ZEE-SP norteiam a compreensão do território a partir da constatação de fragilidades e potencialidades, relacionadas a aspectos ambientais e socioeconômicos, que permitem a elaboração de planos de ação adequados. No Estado de São Paulo, as cinco diretrizes definidas são:

- Resiliência as Mudanças Climáticas (D1);
- Segurança Hídrica (D2);
- Salvaguarda à Biodiversidade (D3);
- Economia Competitiva e Sustentável (D4); e
- Redução das Desigualdades Regionais (D5).

Estas cinco diretrizes, pautadas nas principais demandas e atributos ambientais, sociais e econômicos, desdobradas em diversos critérios, se articulam, também, aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 (Nações Unidas Brasil, c2023).

A subdivisão territorial inicial, aplicada para a análise no ZEE-SP foi realizada mediante as 16 Regiões Administrativas (RAs), que são áreas geográficas compostas como unidades de planejamento (São Paulo 2022a; 2022b). As Regiões Administrativas são reconhecidas pelas secretarias e órgãos de estado que compõem a Comissão Estadual do ZEE-SP (CEZEE-SP) e não recortam os limites municipais, permitindo estabelecimento de políticas e ações de forma integrada no território. As Ras que constituem a subdivisão territorial do ZEE-SP são: RA de Barretos; RA de Franca; RA de Ribeirão Preto; RA Central; RA de Bauru; RA de Marília; RA de Presidente Prudente; RA de São José do Rio Preto; RA de Araçatuba; RA de Sorocaba; RA de Itapeva; RA de Campinas; RA de Registro; RA de Santos; RA de Região Metropolitana de São Paulo; e RA de São José dos Campos (São Paulo 2022b).

A etapa Diagnóstico se pauta pelo levantamento de dados históricos e atuais, para compreensão das dinâmicas territoriais, cuja base de informações é composta por três temas: o meio físico-biótico; dinâmicas socioeconômicas e organização jurídico-institucional. O primeiro tema se desdobra em aspectos relacionados a solo, biodiversidade, ar, água e clima. As dinâmicas socioeconômicas abordam questões demográficas, sociais, econômicas e infraestruturais presentes no território. A organização jurídico-institucional verifica como as políticas públicas e princípios disciplinadores, tais quais as Unidades de Conservação, agem no território.

Para três diretrizes — Resiliência as Mudanças Climáticas (D1); Segurança Hídrica (D2); Salvaguarda à Biodiversidade (D3), mediante sistematização, se realizaram mapas, segundo os escopos de: situação atual — que mostra o cenário presente dentro dos indicadores analisados; pressão — em que foram expressos indicadores que causam impactos negativos no cenário atual; e resposta — que apresenta indicadores com potencialidade de melhorar a situação atual existente no território. A partir destes mapas, se configuraram cartas-sínteses, que são representações cartográficas, confeccionadas a partir da interpretação e entrelaçamento das informações. Para a diretriz Economia Competitiva e Sustentável (D4), foi originado um relatório específico, devido à complexidade de suas informações e dados e, para a diretriz Redução das Desigualdades Regionais (D5) foi produzida uma carta-síntese com base em indicadores relacionados a

dinâmica socioeconômica/riqueza, saúde, educação, comunicação, habitação, cultura, qualidade ambiental, segurança pública, gestão fiscal e transporte. O resultado das cartas-sínteses de cada diretriz se deu pela composição de indicadores, com pesos específicos. A classificação dos indicadores foi estabelecida mediante variação de 1 a 5, onde o valor numérico 1 corresponde ao nível de criticidade, apresentado na cor vermelha e o número 5, ao nível favorável na cor verde (Tabela 1).

	classes	
	1	criticidade
	2	atenção
	3	intermediário
	4	favorável
	5	muito favorável
	sem informação	
	não se aplica	

Tabela 1 - Matriz dos indicadores utilizados na construção das cartas-sínteses do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p. 10, ajustada pela autora.

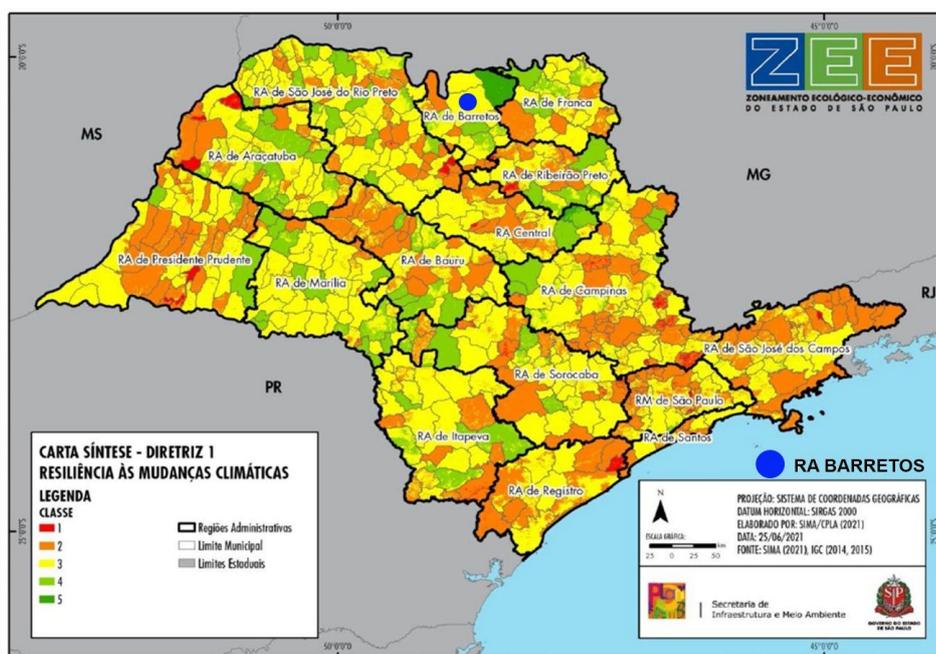


Figura 6 - Carta-Síntese da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p. 10, assinalando Barretos pela autora.

A diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) compreende constituir perspectivas no sentido de preparar o território para prevenir e solucionar riscos e desastres, proporcionando baixa vulnerabilidade ambiental e social (São Paulo, 2023e). Os indicadores desta diretriz contemplam variáveis relacionadas ao crescimento populacional, atividade econômica, recursos hídricos e biodiversidade. A carta-síntese da diretriz D1 apresenta o Estado de São Paulo com a maioria das cidades no nível de atenção (laranja), ou intermediário (amarelo) (Figura 6, acima).

DIRETRIZ 1 – RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS - REGIÕES ADMINISTRATIVAS																			
Fator	Peso	INDICADORES / REGIÃO ADMINISTRATIVA	Central	Barretos	Franca	Ribeirão Preto	Bauru	Marília	Presidente Prudente	Araçatuba	São José do Rio Preto	Itapeva	Sorocaba	Campinas	Registro	Santos	São Paulo	São José dos Campos	
Situação	5,50	Índice de perigo de escorregamento e inundação em 2014 e suscetibilidade à erosão em 1997																	
	5,50	Densidade demográfica em 2010																	
	5,50	Taxa Geométrica de Crescimento Anual Populacional (TGCA) de 2010 a 2020																	
	5,50	Pessoas afetadas por acidentes e desastres de 1997 a 2016																	
	1,85	Acidentes relacionados a eventos geológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos de 1997 a 2016																	
	1,85	Pontos de erosão em 2012																	
1,85	Pontos de ocorrência de incêndios de 2002 a 2018																		
Pressão	3,61	Representatividade de empregos no principal setor econômico em 2016																	
	3,30	Diversidade da produção agropecuária em 2016/2017																	
	2,78	Permeabilidade do solo, consolidado em 2019																	
	2,78	Índice de Infraestrutura em 2014																	
	2,78	Supressão de cobertura vegetal de 2010 a 2017																	
	2,77	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) em 2014																	
	2,22	Sustentabilidade da produção agropecuária em 2016/2017																	
	2,22	Balanco Hídrico segundo vazão de referência Q95% em 2019																	
	1,94	Alta média de gastos com água, esgoto e energia elétrica na indústria, comércio e serviços em 2016																	
	1,39	Tamanho de fragmento de vegetação nativa, consolidado em 2019																	
	1,39	Proximidade de fragmentos de vegetação nativa, consolidado em 2019																	
	1,11	Índice de Qualidade de Água (IQA) em 2017																	
	1,11	Indicador de Potabilidade de Água Subterrânea (IPAS) em 2017																	
	1,11	Áreas contaminadas em 2018																	
0,93	Razão de dependência em 2010																		
0,93	Domicílios em favelas, consolidado em 2020																		
0,93	Domicílios em área de risco, consolidado em 2020																		
Resposta	4,75	Requalificação habitacional e urbana de 1998 a 2020																	
	4,75	Índice de Governança do Projeto Construindo Cidades Resilientes em 2020																	
	4,75	Investimentos do Plano Agricultura de Baixo Carbono em 2015																	
	4,75	Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPIs), consolidado em 2019																	
	4,75	Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUSs), consolidado em 2019																	
		Planos de manejo nas Unidades de Conservação, consolidado em 2019																	
	4,75	Áreas prioritárias para restauração do Programa Nascentes em 2017																	
	2,39	Taxa de Cobertura de Atenção Básica da Saúde em 2019																	
	2,39	Leitos de internação hospitalar em 2015																	
	2,39	Instrumentos de gestão de risco (TIG) em 2018																	
2,38	Programa Corta Fogo em 2019																		
	Carta Síntese																		

Tabela 2 - Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p. 5, assinalando Barretos pela autora.

O ZEE observa uma organização multiescalar, para revelar a situação de cada território, de modo a possibilitar ações concretas e políticas públicas ativas para um sistema que se adapte, transforme e recupere as características básicas de um ecossistema modificado pelas ações humanas. Nesse sentido, é necessário observar os índices separadamente, como no caso da Região Administrativa de Barretos, que se apresenta no nível intermediário para diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1), no entanto contempla indicadores desfavoráveis relacionados à atividade agropecuária, programa de nascentes e vegetação nativa (Tabela 2, acima).

A diretriz Segurança Hídrica (D2) objetiva a distribuição de água em qualidade e quantidade para os diversos usos ao longo do tempo, ou seja, está diretamente relacionada às atividades humanas e à preservação dos ecossistemas aquático e terrestre (São Paulo, 2023e). A carta-síntese, genericamente, apresenta um nível favorável em relação a esta diretriz, com machas pulverizadas no Estado, em situação de alerta e um aglomerado crítico na Região Metropolitana de São Paulo (Figura 7). Os indicadores dessa diretriz relacionados principalmente aos recursos hídricos e vegetação nativa (Tabela 3). Em semelhança à diretriz anterior, a Região Administrativa de Barretos apresenta cenário favorável, porém carece de atenção aos índices, principalmente os de pressão relacionados aos gastos e perdas de água no sistema, e cautela, pois muitos indicadores não se aplicam ao território, o que pode a generalizar a carta-síntese.

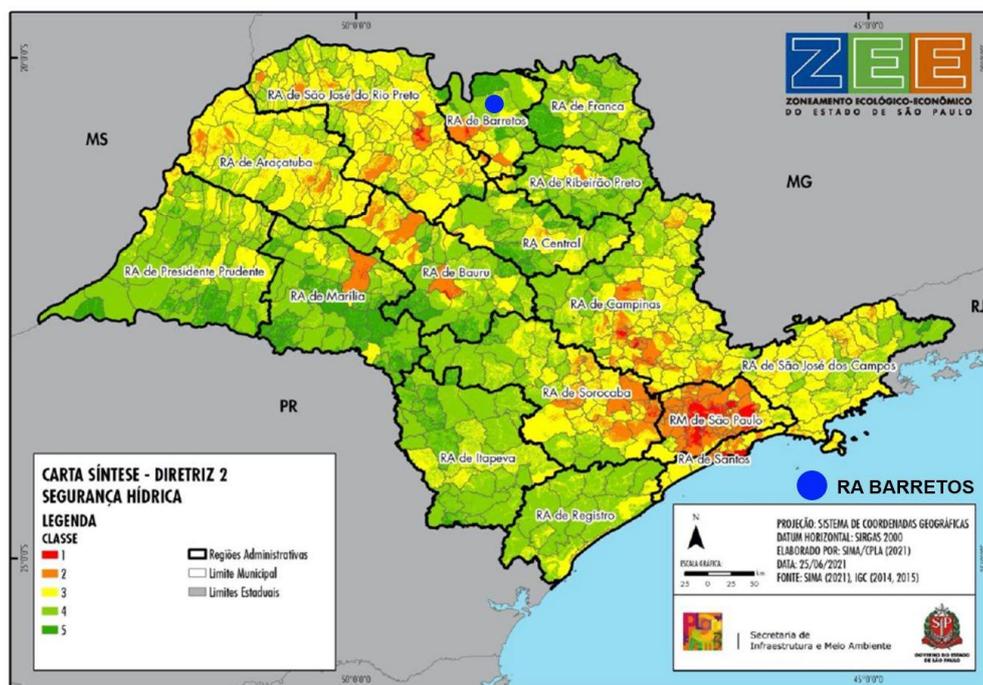


Figura 7 - Carta-Síntese da Diretriz de Segurança Hídrica do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p.13., assinalando Barretos pela autora.

		DIRETRIZ 2 – SEGURANÇA HÍDRICA - REGIÕES ADMINISTRATIVAS																	
Fator	Peso	INDICADORES / REGIÃO ADMINISTRATIVA	Central	Barretos	Franca	Ribeirão Preto	Bauru	Marília	Presidente Prudente	Araçatuba	São José do Rio Preto	Itapeva	Sorocaba	Campinas	Registro	Santos	São Paulo	São José dos Campos	
Situação	5,00	Disponibilidade hídrica segundo vazão de referência Q95% em 2019																	
	1,00	Índice de Qualidade de Água (IQA) em 2017																	
	1,00	Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público (IAP) em 2017																	
	1,00	Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA) em 2017																	
	1,00	Indicador de Potabilidade de Água Subterrânea (IPAS) em 2017																	
	1,00	Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos à Poluição em 2013																	
	0,70	Potencialidade dos Aquíferos Sedimentares Livres em 2005																	
	0,70	Potencialidade dos Aquíferos Fraturados Livres em 2005																	
	0,25	Massas d'água, consolidado em 2019																	
	0,25	Vegetação nativa, consolidado em 2019																	
	0,25	Áreas edificadas, consolidado em 2019																	
	0,25	Vegetação em Áreas de Preservação Permanente hídricas, consolidado em 2019																	
Pressão	3,00	Carga orgânica remanescente em 2017																	
	2,00	Balanço Hídrico quali-quantitativo (ISQ) segundo vazão de referência Q95% em 2017																	
	1,00	Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana (ICTEM) em 2018																	
	1,00	Índice de perdas no sistema de distribuição de água em 2015																	
	1,00	Índice de Atendimento de Água (IAA) em 2017																	
	1,00	Demanda hídrica da agricultura irrigada em 2015																	
	1,00	Taxa Geométrica de Crescimento Anual Populacional (TGCA) de 2010 a 2020																	
	1,00	Alta média de gastos com água e esgoto na indústria, comércio e serviços em 2016																	
	1,00	Supressão de cobertura vegetal de 2010 a 2017																	
	1,00	Densidade demográfica em 2010																	
	1,00	Total de visitantes em 2018																	
1,00	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) em 2014																		
Resposta	1,00	Terras Indígenas, consolidado em 2018																	
	1,00	Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPIs), consolidado em 2019																	
	0,50	Áreas Naturais Tombadas (ANTs), consolidado em 2019																	
	0,50	Áreas prioritárias para restauração do Programa Nascentes em 2017																	
	0,50	Eficácia na indicação de recursos FEHIDRO em 2018																	
	0,50	Territórios quilombolas, consolidado em 2018																	
0,50	Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUs), consolidado em 2019																		
0,50	Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs), consolidado em 2019																		
Carta Síntese																			

Tabela 3 - Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Segurança Hídrica (D2) do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p. 6., assinalando Barretos pela autora.

A diretriz de Salvaguarda a Biodiversidade (D3) busca restaurar e preservar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (São Paulo, 2023e). A carta-síntese apresenta o Estado de São Paulo em situação preocupante, tendo a maior parte do território em níveis de alerta, intermediário e crítico. A RA de Barretos está em estado de atenção e o litoral do Estado está por ser uma área caracterizada por maior preservação dos vestígios de Mata Atlântica (Figura 8). Os principais indicadores estão relacionados a vegetação nativa, corpos hídricos, fauna e flora, uso de agrotóxicos, espécies exóticas invasoras, unidades de conservação e programas de proteção ambiental, como o Programa de Nascentes (Tabela 4).

A RA de Barretos apresenta os indicadores em estado crítico, como os relacionados a hidrografia, Unidades de Conservação, supressão da vegetação nativa, densidade de espécies da fauna e flora e ocorrência de javalis. Como indicador de atenção está a Taxa Geométrica de Crescimento Anual Populacional, por motivo do crescimento populacional influenciar na ocupação das áreas urbanas. Os poucos indicadores favoráveis são associados a vegetação, ao Programa Corta Fogo e atropelamento de espécies (São Paulo, 2023e). Da mesma maneira que a diretriz anterior, muitos indicadores não se aplicam às RAs do Estado, o que pode ocasionar generalização da carta-síntese e ser necessário estabelecer comunicação com outra base de dados, sendo o RQA aplicado a este trabalho.

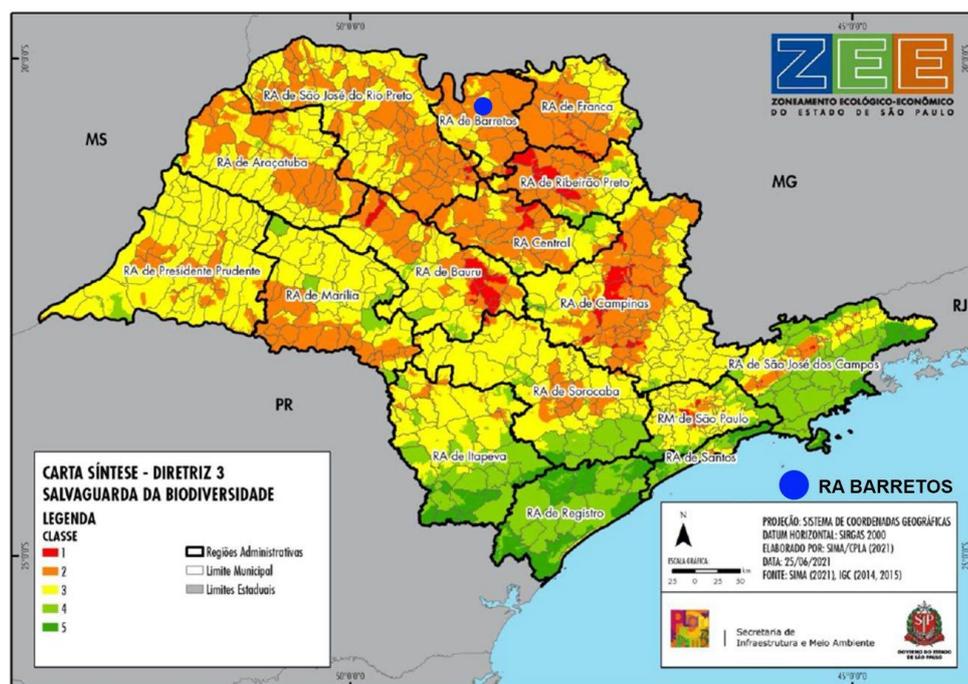


Figura 8 - Carta-Síntese da Diretriz de Salvaguarda a Biodiversidade do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022e, p.16., assinalando Barretos pela autora.

DIRETRIZ 3 – SALVAGUARDA DA BIODIVERSIDADE - REGIÕES ADMINISTRATIVAS																			
Labor	Foco	INDICADORES / REGIÃO ADMINISTRATIVA	Central	Barretos	Tranca	Ribeirão Preto	Itaipava	Matília	Ferrocarril - Franca	Avaçatuba	São José do Rio Preto	Itapetina	Sorocaba	Campinas	Bejtato	Santos	São Paulo	São José dos Campos	
			1,00	Densidade de hidrografia em 2008															
1,00	Densidade de nascentes em 2008																		
1,00	Percentual de vegetação nativa, consolidado em 2019																		
1,00	Atendimento das metas de AICHI, consolidado em 2019																		
1,00	Vegetação em Áreas de Preservação Permanentes hídricas, consolidado em 2019																		
1,00	Densidade de espécies conhecidas de fauna e flora, consolidado em 2019																		
1,00	Densidade de espécies ameaçadas de fauna e flora em 2016																		
0,50	Percentual de Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPis), consolidado em 2019																		
0,50	Percentual de Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUs), consolidado em 2019																		
0,50	Tamanho de fragmento de vegetação nativa, consolidado em 2019																		
0,50	Proximidade de fragmento de vegetação nativa, consolidado em 2019																		
1,00	Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA) em 2017																		
1,00	Supressão de cobertura vegetal nativa de 2010 a 2017																		
1,00	Áreas com autorização para supressão de vegetação nativa de 2010 a 2017																		
1,00	Pontos de ocorrência de incêndios de 2002 a 2018																		
1,00	Risco de erosão na linha de costa sobre a vegetação nativa em 2017																		
1,00	Balanco Hídrico segundo vazão de referência Q95% em 2019																		
1,00	Densidade de Autos de Infração Ambiental (AIAs) em 2017																		
1,00	Taxa Geométrica de Crescimento Anual Populacional (TGCA) de 2010 a 2020																		
1,00	Densidade demográfica em 2010																		
1,00	Espécies exóticas invasoras de flora e fauna, consolidado em 2019																		
1,00	Atropelamentos de fauna silvestre em 2018 e 2019																		
1,00	Impacto do entorno sobre fragmentos de vegetação nativa (relação matriz-fragmento), consolidado em 2019																		
1,00	Estabelecimentos com uso de agrotóxicos em 2017																		
1,00	Densidade de pontos de outorgas e licenças de barramentos em 2019																		
0,50	Criticidade de ocorrência de javalis em unidades de conservação, consolidado em 2019																		
0,50	Ocorrência de javalis em 2018																		
1,00	Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPis), consolidado em 2019																		
1,00	Terras Indígenas, consolidado em 2018																		
0,50	Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUs), consolidado em 2019																		
0,50	Planos de manejo nas Unidades de Conservação, consolidado em 2019																		
0,50	Territórios quilombolas, consolidado em 2018																		
0,50	Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs), consolidado em 2019																		
0,50	Áreas Naturais Tombadas, consolidado em 2019																		
0,50	Áreas prioritárias para a criação de Unidades de Conservação em 2008																		
0,50	Áreas prioritárias para incremento de conectividade em 2008																		
0,50	Áreas prioritárias para restauração do Programa Nascentes em 2017																		
0,50	Zoneamentos Ecológico-Econômicos Costeiros (ZEECs) instituídos, consolidado em 2019																		
0,50	Empreendimentos de gestão da fauna silvestre, consolidado em 2019																		
0,50	Diretiva de biodiversidade do Programa Município VerdeAzul (PMVA) em 2018																		
0,50	Programa Corta Fogo em 2019																		
	Carta Síntese																		

Tabela 4 - Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade (D3) do ZEE-SP.

Fonte: São Paulo, 2022b, p. 7, assinalando Barretos pela autora.

A diretriz Economia Competitiva e Sustentável (D4) contou com a elaboração de um relatório e não com a produção de uma carta-síntese, para não limitar e sintetizar os dados relacionados à economia diversa do Estado de São Paulo. O relatório apresenta para cada uma das 16 Regiões Administrativas a descrição das principais atividades econômicas e caracterização socioeconômica do Estado, que abrange informações sobre o histórico de ocupação do território paulista, sua regionalização e a posição da economia em relação ao país e ao cenário mundial; a caracterização socioeconômica do estado de São Paulo, com informações e análises sobre: as dinâmicas demográfica e macroeconômica; as infraestruturas de transportes, de energia e de telecomunicações; a gestão fiscal; o capital humano; e a dinâmica das principais atividades econômicas do estado (São Paulo 2022a; 2022f).

A RA de Barretos se destaca pelo agronegócio, principal característica econômica, e pelo setor de serviços, que são os principais empregadores da RA. As atividades industriais estão relacionadas a biocombustíveis e alimentos, e de baixa produção tecnológica. Estes fatores favorecem que o Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios da RA não tenha grande participação do PIB do Estado; em contrapartida, a RA de Barretos se localiza na extremidade do eixo mais representativo do Estado, que interliga o litoral e o interior. Esse eixo, que será visível ao longo deste capítulo, se inicia nas regiões metropolitanas de Santos, São Paulo, Campinas e percorre Regiões Administrativas Central e de Ribeirão Preto até a RA de Barretos (Figura 9).

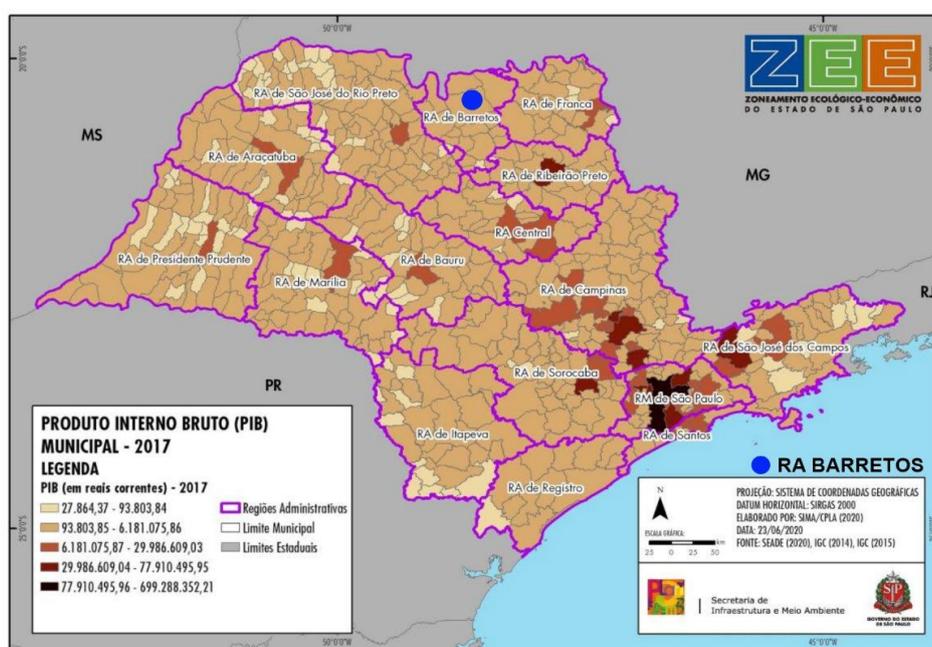


Figura 9 – Produto Interno Bruto (PIB) municipal do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 35, assinalando Barretos pela autora.

A diretriz Redução das Desigualdades Regionais (D5) tem a sua estrutura baseada em dez fatores, sendo eles: dinâmica econômica/riqueza; saúde; educação; comunicação; habitação; cultura; qualidade ambiental; segurança pública; gestão fiscal; e transporte (São Paulo, 2023e). Cada fator se desdobra em diversos indicadores com pesos diferentes, que influenciarão na carta-síntese final; dessa forma, para compreender o impacto dos fatores críticos no território, é relevante analisa-los individualmente e de forma multiescalar.

A carta-síntese desta diretriz apresenta a RA de Barretos (Figura 10) em situação intermediária. Os principais fatores (Tabela 5) que influenciaram para este resultado foram os relacionados a educação, saúde, comunicação, cultura, qualidade ambiental, segurança pública e transporte, como os indicadores de Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), que caracteriza as RAs em referência a escolaridade, renda e longevidade; acesso a banda larga; acesso a equipamentos culturais; cobertura vegetal nativa; taxa de homicídios; e índice de infraestrutura rodoviária. Nos fatores de habitação e qualidade ambiental a RA de Barretos se destacou com indicadores favoráveis, como Atendimento de Habitação de Interesse Social (HIS), Índice de Qualidade de Aterro e Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (São Paulo, 2023e).

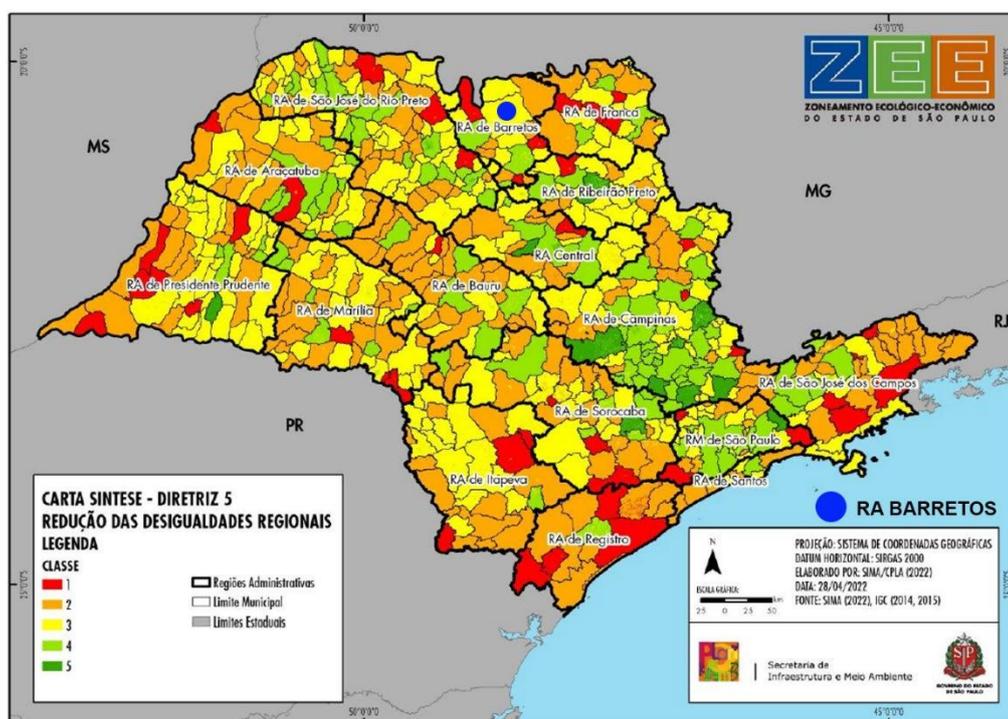


Figura 10 - Carta-Síntese da Diretriz de Redução das Desigualdades Regionais do ZEE-SP.

Fonte: São Paulo, 2022e, p.19, assinalando Barretos pela autora.

DIRETRIZ 5 – REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES REGIONAIS - REGIÕES ADMINISTRATIVAS																					
Fator	Tipo (Infraestrutura, R-Resultado)	Peso	INDICADORES / REGIÃO ADMINISTRATIVA	Central	Barretos	Franca	Ribeirão Preto	Bauru	Marília	Presidente Prudente	Araçatuba	São José do Rio Preto	Itapetina	Sorocaba	Campinas	Registro	Santos	São Paulo	São José dos Campos		
				Dinâmica econômica / riqueza	oe	0,50	Variação da massa salarial de 2002 a 2015														
0,50	Shift share da variação da massa salarial de 2002 a 2015																				
1,00	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Riqueza em 2014																				
Saúde	-	0,25	Equipes do programa Estratégia Saúde da Família em 2015																		
		0,25	Estabelecimentos hospitalares e clínicas especializadas de média e alta complexidade em 2016																		
		0,25	Leitos de internação hospitalar em 2015																		
		0,25	Taxa de médicos em 2015																		
oe	1,00	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Longevidade em 2014																			
Educação	-	0,50	Matrículas presenciais de ensino superior em 2016																		
		0,50	Taxa de atendimento escolar do ensino médio em 2015																		
		0,25	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) 5º ano em 2015																		
		0,25	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) 9º ano em 2015																		
oe	0,50	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Escolaridade em 2014																			
Comunicação	-	0,50	Acessos de banda larga fixa em 2017																		
		0,50	Densidade de antenas de telefonia celular em 2017																		
Habituação	oe	0,50	Atendimentos de Habitação de Interesse Social (HIS) de 2010 a 2020																		
Cultura	-	1,00	Equipamentos culturais reconhecidos pela Secretaria de Cultura e Economia Criativa em 2019																		
Qualidade Ambiental	-	0,25	Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana (ICTEM) em 2018																		
		1,00	Índice de Infraestrutura em 2014																		
		0,25	Índice de Qualidade de Atendimento de Resíduos (ICR) em 2018																		
oe	0,50	Cobertura vegetal nativa em 2008 / 2009																			
Segurança Pública	oe	1,00	Taxa de homicídios em 2017																		
Gestão Fiscal	oe	1,00	Índice FIRJAN de Gestão Fiscal (IFGF) em 2016																		
Transporte	-	1,00	Índice de infraestrutura rodoviária em 2021																		
		1,00	Tempo médio de acesso a municípios centrais em 2021																		
Carta Síntese																					

Tabela 5 - Matriz dos indicadores utilizados na construção da carta-síntese da Diretriz de Redução as Desigualdades Regionais (D5) do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p. 8, assinalando Barretos pela autora.

A etapa de Prognóstico analisa as tendências territoriais (Figura 11) a partir do histórico econômico e social e na inércia de ações existentes no presente, resultando em dois produtos: os cenários relativos para Diretrizes D1, D2, D3 e D5 e relatório de projeções climáticas, sendo que ambos são projeções para o ano de 2040. Para os cenários serem construídos, os indicadores de cada diretriz foram avaliados e estudados pelo Método de Michael Godet, que investiga a estruturação dos indicadores para a formulação dos cenários a partir de três parâmetros: estrutural — mediante o cruzamento dos indicadores e definição de seu comportamento dentro de cada diretriz e no tempo analisado; morfológico — que estabelece padrões de comportamento dos indicadores; e espacialização dos cenários a partir de bases estatísticas (São Paulo, 2022c).

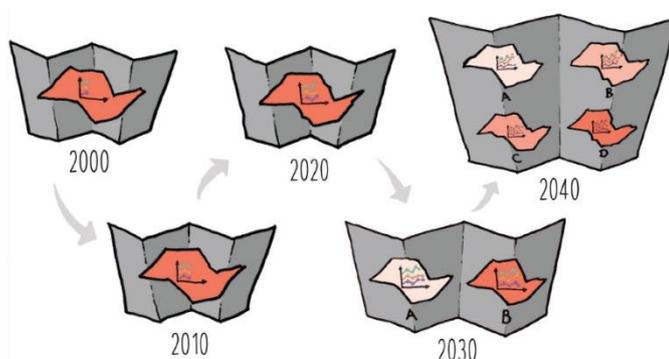


Figura 11 - Esquema ilustrativo da análise do histórico na etapa de prognóstico do ZEE-SP.

Fonte: São Paulo, 2018, p.20.

O processo foi acompanhado por especialistas, para a seleção de indicadores após a análise a partir dos critérios de relação do indicador e a capacidade de representação do fenômeno em discussão; da existência de dados históricos; da abrangência espacial, com representatividade em todo o Estado de São Paulo; e da confiabilidade do indicador para a cenarização (São Paulo 2022c). Os indicadores que configuraram as cartas-síntese de cada diretriz são:

- Carta-síntese da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) (Figura 12): densidade demográfica; acidentes relacionados a eventos geológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos; sustentabilidade da produção agropecuária; indicador de coleta e tratabilidade de esgoto da população urbana municipal (ICTEM); percentual da vegetação nativa; ranking paulista de responsabilidade social (R-IRPS); evolução das

áreas danificadas ou urbanizadas; e balanço hídrico segundo a vazão de referência Q95%.⁵⁶

- Carta-síntese da Diretriz de Segurança Hídrica (D2) (Figura 13): disponibilidade hídrica segundo a vazão de referência Q95% *per capita*; evolução das áreas edificadas ou urbanizadas; indicador de coleta e tratabilidade de esgoto da população urbana municipal (ICTEM); ranking paulista de responsabilidade social (R-IRPS); evolução da cobertura vegetal nativa; percentual da cobertura vegetal nativa; área rural irrigada.
- Carta-síntese da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade (D3) (Figura 14): percentual da representatividade dos biomas por Unidade de Conservação de Proteção Integral (UCPI) e Uso Sustentável (UCPS); ocorrência de incêndios; evolução da conectividade de fragmentos de vegetação; percentual da cobertura vegetal nativa; e evolução da cobertura vegetal nativa.
- Carta-síntese da Diretriz de Redução das Desigualdades Regionais (D5) (Figura 15): *ranking* paulista de responsabilidade social (R-IRPS); índice de saneamento básico (ICTEM+IQR); variação da massa salarial; e relação dos domicílios aglomerados subnormais sobre os domicílios totais.

⁵ O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC – Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas) afirma em seus relatórios que um dos principais motivos das mudanças climáticas é a quantidade elevada de concentração de gases do efeito estufa (GEE). A emissão de gases e estudos socioeconômicos são utilizados na análise climática para fornecer descrição de um cenário futuro, baseado em variáveis como: mudanças socioeconômicas, densidade populacional, tecnológicas, uso de energia, emissões de gases de efeito estufa e poluentes de ar. A base de dados do IPCC dispõe do *Representative Concentration Pathways* (RCPs), que configura cenários com séries temporais de emissões e concentrações de todo o conjunto de gases do efeito estufa. Estes indicadores são os mesmos utilizados pela metodologia do ZEE-SP, para a produção de projeções climáticas para o ano de 2040. No Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5) de 2014, são apresentadas quatro RCPs, sendo utilizado, no ZEE-SP, o RCP 8,5 por ser um cenário pessimista (São Paulo, 2022d) **RCP 2.6:** uma via que a forçante radioativa atinge o pico de aproximadamente 3 W.m⁻²; **RCP 4.2 e RCP 6.0:** vias intermediárias, em que a forçante radiativa atinge o pico de aproximadamente 4,5 W.m⁻² e 6,0 W.m⁻² após 2100; **RCP 8.5:** caminho que a forçante radiativa atinge o pico de aproximadamente 8,5 W.m⁻² até 2100 e continua a aumentar por um tempo (São Paulo, 2022d).

⁶ Após a obtenção dos dados foi calculado um desvio entre o período observado (1961-1990) e o projetado (2020-2050) para o RCP 8.5. Foram selecionados os desvios que representavam máximo e mínimo, para obter maior intervalo de tendências para o Estado de São Paulo em cada elemento e índice de extremo climático. Precipitação total anual (PrecTot); número máximo de dias consecutivos sem chuva no ano (CDD); máxima precipitação anual (mm) em 5 dias consecutivos (RX5day); precipitação anual total dos dias em que P > percentil 95 (mm). Indica precipitação de intensidade extrema (R95p); temperatura média do ar a 2m (TP2M); menor temperatura anual (°C) (TNc); menor temperatura máxima anual (°C) (TXn); maior temperatura máxima anual (°C) (TXx); número de dias consecutivos no ano com Tmin diária menor que percentil 10 (CSDI); e número máximo de dias consecutivos no ano com Tmáx > percentil 90 (WSDI) (São Paulo, 2022d).

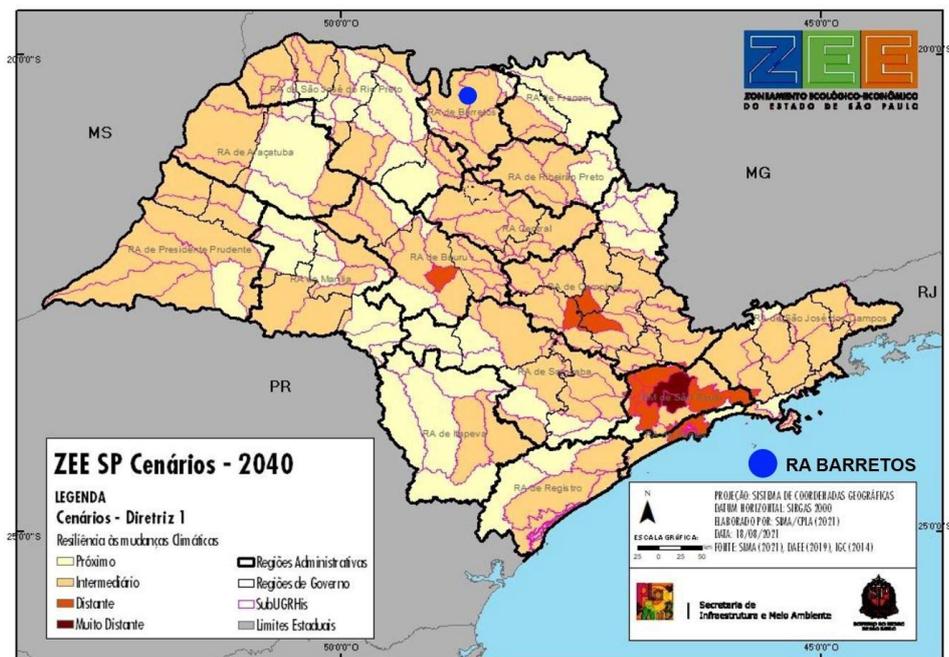


Figura 12 - Cenário da carta-síntese da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.11, assinalando Barretos pela autora.

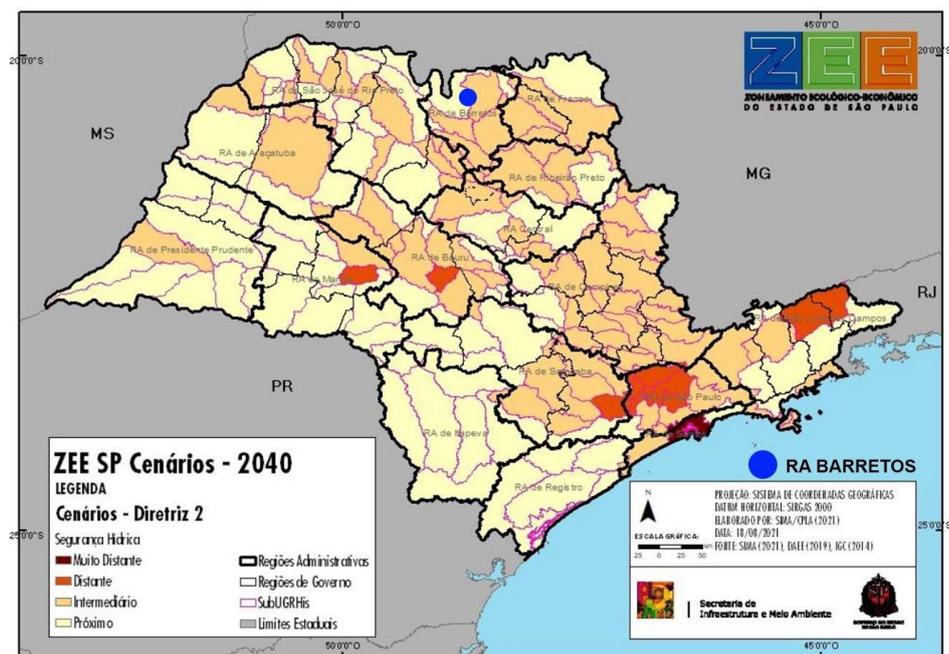


Figura 13 - Cenário da carta-síntese da Diretriz de Segurança Hídrica (D2) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.14, assinalando Barretos pela autora.

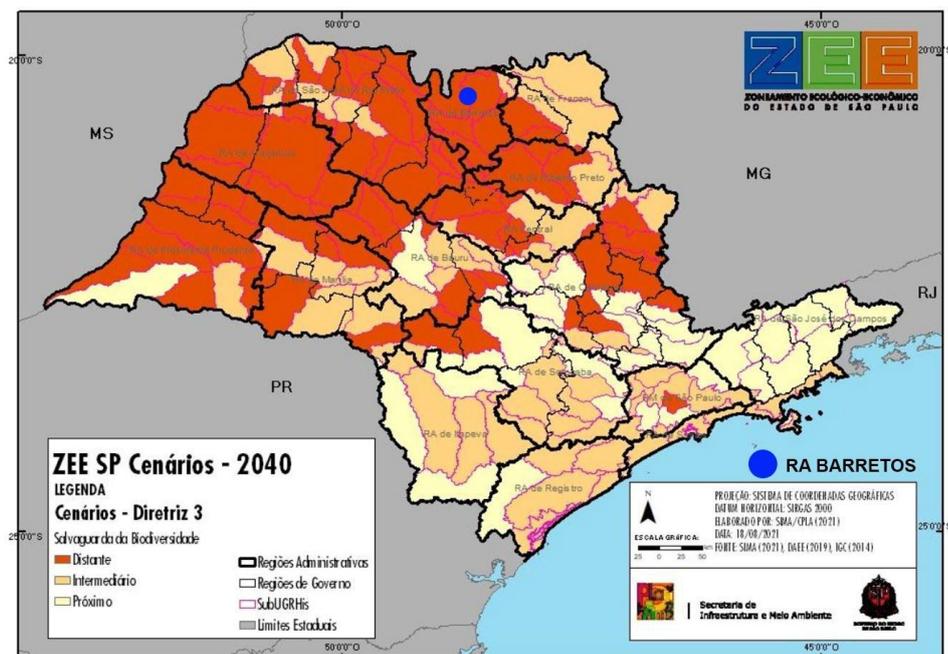


Figura 14 - Cenário da carta-síntese da Diretriz de Salvaguarda da Biodiversidade (D3) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.16, assinalando Barretos pela autora.

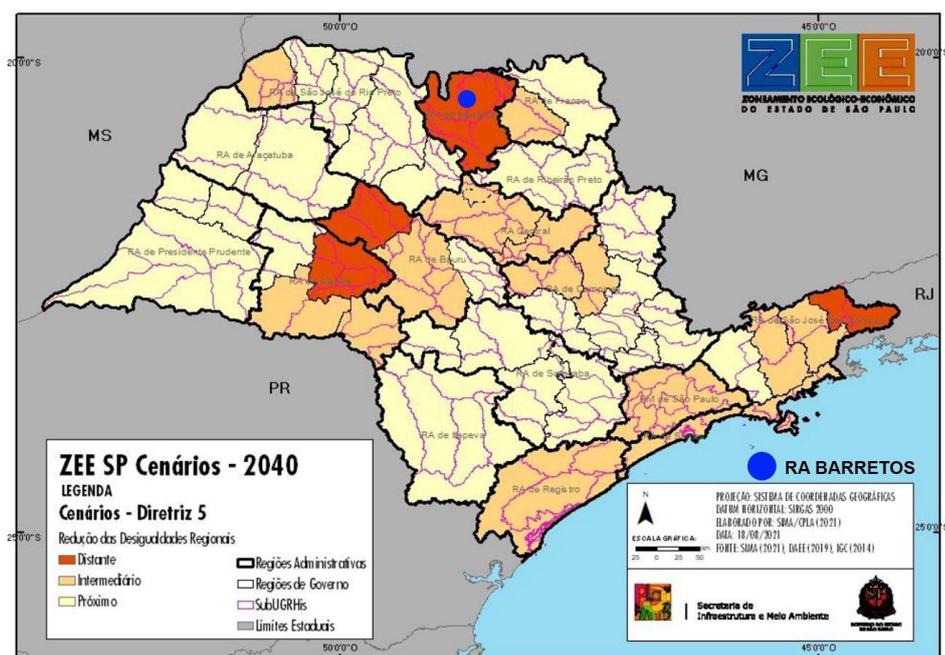


Figura 15 - Cenário da carta-síntese da Diretriz de Redução das Desigualdades Regionais (D5) para o ano de 2040 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022c, p.18, assinalando Barretos pela autora.

As classes mais favoráveis aos cenários para o ano 2040 são “próximo” e “intermediário” e as menos favoráveis são “distante” e “muito distante”. A RA de Barretos apresenta os cenários favoráveis às diretrizes Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) e Segurança Hídrica (D2) e não favoráveis às diretrizes Salvaguarda da Biodiversidade (D3)

e Redução das Desigualdades Regionais (D5). As diretrizes com cenários positivos devem ser analisadas com cautela, pois os indicadores relacionados a cobertura da vegetação nativa, produção agropecuária, e densidade e disponibilidade hídrica demonstram criticidade, como serão apresentados ao longo deste capítulo. Da mesma forma, serão evidenciados os indicadores de Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI) e Uso Sustentável (UCUS), variação da massa salarial e o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), que foram os principais responsáveis pela caracterização do cenário para 2040, nas diretrizes Salvaguarda da Biodiversidade (D3) e Redução das Desigualdades Regionais (D5) (São Paulo, 2022c).

Como produto final, a etapa Subsídios à Implementação, realiza uma análise integrada dos produtos gerados nas etapas anteriores e identifica as Regiões Administrativas (RAs), com similaridades socioambientais e econômicas, bem como desafios semelhantes a partir das com potencialidades e fragilidades dos territórios. Dessa forma, para melhor estabelecer diretrizes de gestão e implementação o estado de São Paulo foi zoneado em áreas de homogeneidade, configurando nove zonas (Figura 16), constituídas a partir de uma Região Administrativa ou por um conjunto de Regiões Administrativas, sendo a Zona 1 constituída pelas RA de Franca, RA de Ribeirão Preto, RA Central e RA de Barretos (São Paulo, 2022a).

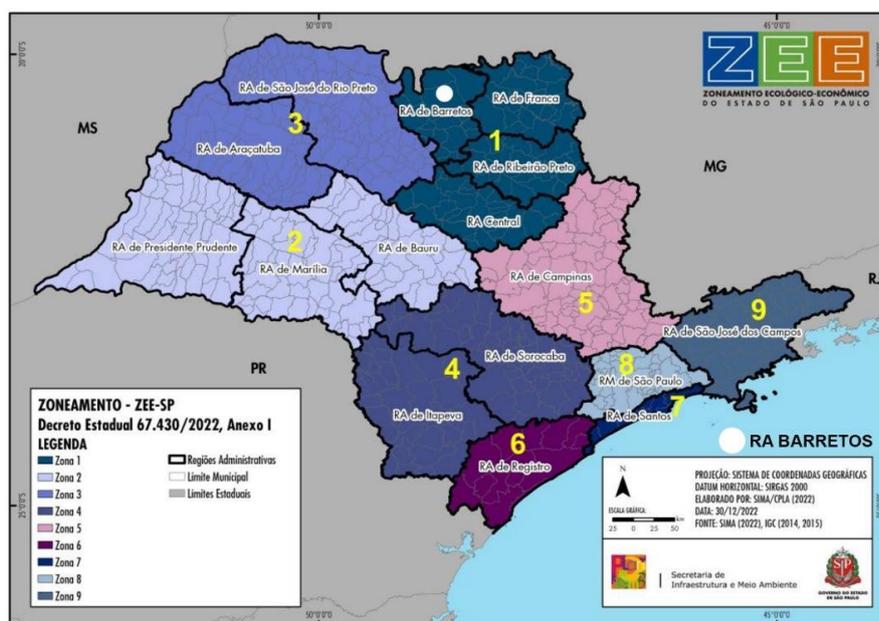


Figura 16 - Zonamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022a, p.12, assinalando Barretos pela autora.

Mediante o zoneamento, são propostas diretrizes aplicáveis a partir da identidade regional e das potencialidades e fragilidades de cada zona, compostas por treze temas:

- unidade de conservação e áreas protegidas;
- fauna e flora;
- fiscalização e gestão da biodiversidade;
- qualidade e quantidade de água;
- gestão e infraestrutura de saneamento;
- atividade agropecuária;
- gestão de riscos e desastres;
- dinâmica socioeconômica;
- infraestrutura de comunicação e transporte;
- habitação;
- cobertura e uso da terra;
- povos e comunidades tradicionais;
- energia.

Cada um dos temas identifica ações direcionadas para converter a realidade socioambiental e econômica. Os indicadores de cada diretriz foram elencados de acordo com os fatores de criticidade e favorabilidade das cartas sínteses e dos cenários — das diretrizes de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1), Segurança Hídrica (D2), Salvaguarda da Biodiversidade (D3) e Redução das Desigualdades Regionais (D5) — e do comportamento de cada RA em relação as dinâmicas demográficas, atividades econômicas e indicadores de condições de vida, presentes no relatório técnico da diretriz de Economia Competitiva e Sustentável (D4) (São Paulo, 2022b).

O ZEE-SP (São Paulo, 2022b) disponibiliza em tabelas os temas das diretrizes aplicáveis, que influem em cada zona, e seus respectivos indicadores, com destaque para os indicadores (demarcados nas Tabelas 6 e 7) que configuraram as cartas sínteses dos cenários para 2040. A RA de Barretos, inserida na Zona 1, apresenta indicadores favoráveis (Tabela 6), principalmente aos temas relacionados a gestão de infraestrutura de saneamento, habitação e indicadores específicos de qualidade e quantidade de água e gestão de riscos e desastres. Os indicadores críticos (Tabela 7) são evidenciados em todos os temas de influência na Zona 1, sendo os temas Unidades de Conservação e áreas protegidas, fauna e flora, qualidade e quantidade de água, atividade agropecuária, gestão de riscos e desastres, infraestrutura de comunicação e transporte, e dinâmica socioeconômica com maiores quantidades de indicadores classificados como críticos e alerta.

TEMA	INDICADORES FAVORÁVEIS	Central	Barretos	Franca	Ribeirão Preto
UCs E ÁREAS PROTEGIDAS	Áreas prioritárias para incremento de conectividade em 2008				
FAUNA E FLORA	Tamanho de fragmento de vegetação nativa, consolidado em 2019				
	Proximidade de fragmento de vegetação nativa, consolidado em 2019				
	Densidade de espécies ameaçadas de fauna e flora em 2016				
	Espécies exóticas invasoras de flora e fauna, consolidado em 2019				
FISCALIZAÇÃO E GESTÃO DA BIODIVERSIDADE	Áreas com autorização para supressão de vegetação nativa de 2010 a 2017				
	Densidade de Autos de Infração Ambiental (AIAs) em 2017				
	Diretiva de biodiversidade do Programa Município VerdeAzul (PMVA) em 2018				
	Programa Corta Fogo em 2019				
	Pontos de ocorrência de incêndios de 2002 a 2018				
QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA	Vulnerabilidade natural dos aquíferos à poluição em 2013				
	Alta média de gastos com água, esgoto e energia elétrica na indústria, comércio e serviços em 2016				
	Balanco Hídrico quali-quantitativo (ISQ) segundo vazão de referência Q95% em 2017				
	Densidade de pontos de outorgas e licenças de barramentos em 2019				
	Indicador de Potabilidade de Água Subterrânea (IPAS) em 2017				
	Disponibilidade hídrica segundo vazão de referência Q95% em 2019				
	Potencialidade dos aquíferos fraturados livres em 2005				
	Índice de Qualidade de Água (IQA) em 2017				
	Balanco Hídrico segundo vazão de referência Q95% em 2019				
	Total de visitantes em 2018				
GESTÃO E INFRAESTRUTURA DE SANEAMENTO	Demanda hídrica da agricultura irrigada em 2015				
	Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana (ICTEM) em 2018				
	Carga orgânica remanescente em 2017				
	Índice de Atendimento de Água (IAA) em 2017				
	Áreas contaminadas em 2018				
	Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) em 2018				
ATIVIDADE AGROPECUÁRIA	Eficácia na indicação de recursos FEHIDRO em 2018				
	Índice de perdas no sistema de distribuição de água em 2015				
GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES	Sustentabilidade da produção agropecuária em 2016/2017				
	Investimentos do Plano Agricultura de Baixo Carbono em 2015				
	Índice de Governança do Projeto Construindo Cidades Resilientes em 2020				
DINÂMICA SOCIOECONÔMICA	Acidentes relacionados a eventos geológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos de 1997 a 2016				
	Índice de perigo de escorregamento e inundação em 2014 e suscetibilidade à erosão em 1997				
	Pessoas afetadas por acidentes e desastres de 1997 a 2016				
	Densidade demográfica em 2010				
	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) 5º ano em 2015				
	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Escolaridade em 2014				
	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Longevidade em 2014				
INFRAESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO E TRANSPORTE	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Riqueza em 2014				
	Representatividade de empregos no principal setor econômico em 2016				
HABITAÇÃO	Taxa de Cobertura de Atenção Básica da Saúde em 2019				
	Taxa de homicídios em 2017				
	Índice de infraestrutura rodoviária em 2021				
HABITAÇÃO	Tempo médio de acesso a municípios centrais em 2021				
	Atendimentos de Habitação de Interesse Social (HIS) de 2010 a 2020				
HABITAÇÃO	Domicílios em área de risco, consolidado em 2020				
	Domicílios em favelas, consolidado em 2020				

Tabela 6 - Indicadores favoráveis dos temas das diretrizes aplicáveis da Zona 1 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p.12, assinalando Barretos pela autora.

TEMA	INDICADORES CRÍTICOS OU EM NÍVEL DE ATENÇÃO	Central	Barretos	Franca	Ribeirão Preto
UCs E ÁREAS PROTEGIDAS	Áreas prioritárias para a criação de Unidades de Conservação em 2008				
	Percentual de Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPIs), consolidado em 2019				
	Percentual de Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUs), consolidado em 2019				
	Atendimento das metas de AICHI, consolidado em 2019				
FAUNA E FLORA	Empreendimentos de gestão da fauna silvestre, consolidado em 2019				
	Ocorrência de javalis em 2018				
	Atropelamentos de fauna silvestre em 2018 e 2019				
	Densidade de espécies conhecidas de fauna e flora, consolidado em 2019				
	Supressão de cobertura vegetal nativa de 2010 a 2017				
	Áreas prioritárias para restauração do Programa Nascentes em 2017				
	Cobertura vegetal nativa em 2008 / 2009				
	Percentual de vegetação nativa, consolidado em 2019				
	Tamanho de fragmento de vegetação nativa, consolidado em 2019				
	Áreas prioritárias para incremento de conectividade em 2008				
FISCALIZAÇÃO E GESTÃO DA	Programa Corta Fogo em 2019				
QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA	Alta média de gastos com água e esgoto na indústria, comércio e serviços em 2016				
	Total de visitantes em 2018				
	Balanço Hídrico segundo vazão de referência Q95% em 2019				
	Demanda hídrica da agricultura irrigada em 2015				
	Densidade de hidrografia em 2008				
	Densidade de nascentes em 2008				
GESTÃO E INFRAESTRUTURA DE SANEAMENTO	Eficiência na indicação de recursos FEHIDRO em 2018				
	Índice de perdas no sistema de distribuição de água em 2015				
ATIVIDADE AGROPECUÁRIA	Diversidade da produção agropecuária em 2016/2017				
	Estabelecimentos com uso de agrotóxicos em 2017				
	Investimentos do Plano Agricultura de Baixo Carbono em 2015				
	Sustentabilidade da produção agropecuária em 2016/2017				
GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES	Instrumentos de gestão de risco (TIG) em 2018				
	Índice de Governança do Projeto Construindo Cidades Resilientes em 2020				
	Pontos de erosão em 2012				
DINÂMICA SOCIOECONÔMICA	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Escolaridade em 2014				
	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Longevidade em 2014				
	Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) - Dimensão Riqueza em 2014				
	Matrículas presenciais de ensino superior em 2016				
	Taxa de homicídios em 2017				
	Taxa Geométrica de Crescimento Anual Populacional (TGCA) de 2010 a 2020				
	Razão de dependência em 2010				
	Shift share da variação da massa salarial de 2002 a 2015				
Índice FIRJAN de Gestão Fiscal (IFGF) em 2016					
INFRAESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO E TRANSPORTE	Acessos de banda larga fixa em 2017				
	Índice de infraestrutura rodoviária em 2021				
	Tempo médio de acesso a municípios centrais em 2021				
HABITAÇÃO	Atendimentos de Habitação de Interesse Social (HIS) de 2010 a 2020				

Tabela 7 - Indicadores críticos dos temas das diretrizes aplicáveis da Zona 1 do ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022b, p.12, assinalando Barretos pela autora.

O Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo tem, portanto, como prerrogativa, que estas diretrizes possibilitem planos de ação territoriais transeitoriais, de forma que a materialização de uma determina diretriz possa impulsionar o desenvolvimento de outras, de forma que se tornem ativas em suas localidades, cujo horizonte se dirige a políticas públicas para curto, médio e longo prazo (São Paulo, 2022g).

A seguir, buscaremos uma análise integrada, baseada de forma complementar no ZEE-SP, no RQA e em determinados aspectos do Código Florestal e do Plano Diretor de Barretos, em aproximação ao município.

1.2. Análise multiescalar e multisetorial

A cidade de Barretos é circundada por polos regionais de serviços, indústrias e comércio (Figura 17), sendo estes a Região Metropolitana de São José do Rio Preto, a Região Metropolitana de Ribeirão Preto e a Aglomeração Urbana de Franca (São Paulo, 2022h). Como mencionado, está inserida na Zona 1 do ZEE-SP, composta pelas Regiões Administrativas (RAs) de Barretos, Franca, Ribeirão Preto e Central (São Paulo, 2022c).

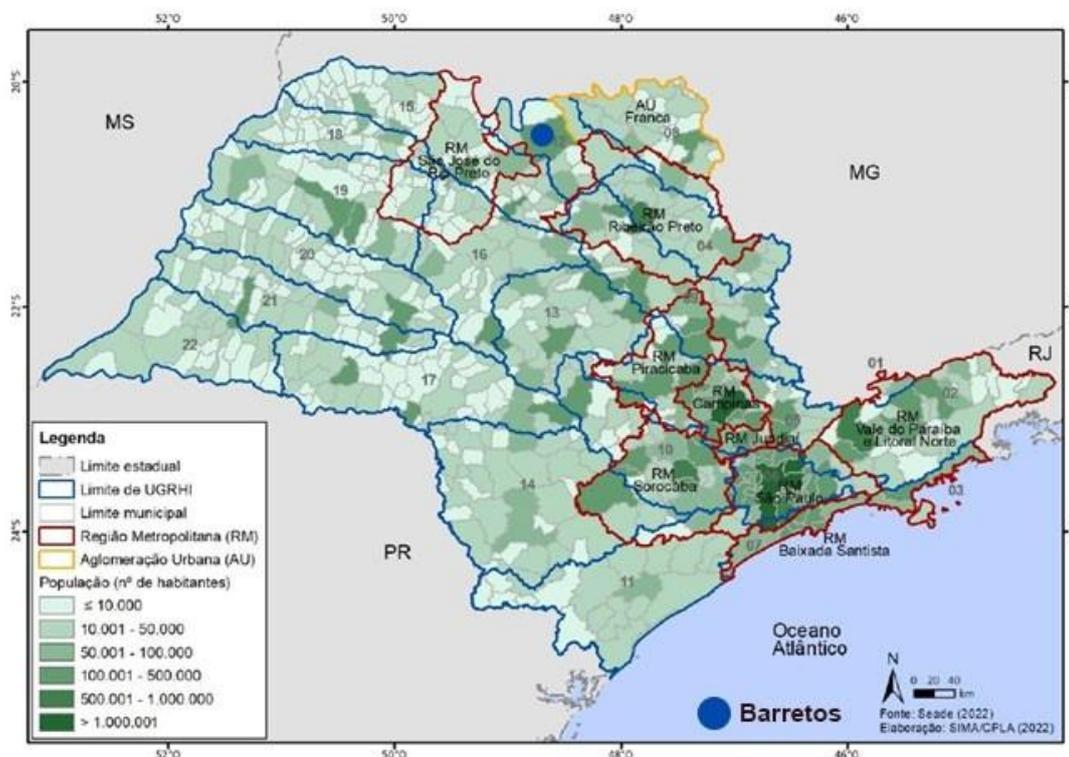
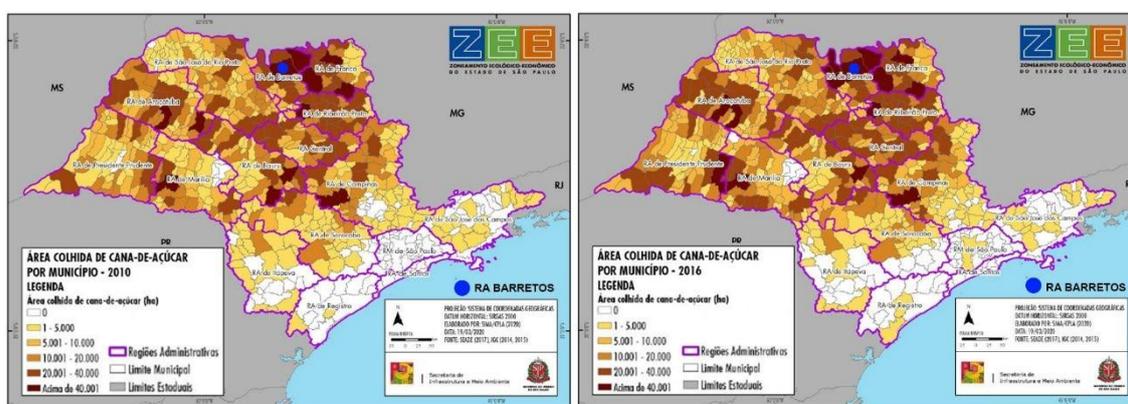


Figura 17 – Regiões Metropolitanas e Aglomeração Urbana do Estado de São Paulo, com gradientes de número de habitantes. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 91, assinalando Barretos pela autora.

A história da cidade é baseada nos bandeirantes que seguiram os territórios próximos ao Rio Grande, e junto a corpos d'água estrategicamente localizados. Ao longo do Ribeirão Pitangueiras, as famílias Barreto e Marques se instalaram e, em 1852, seus descendentes doaram terras para a formação do arraial homenageando o Divino Espírito Santo. A proximidade com o Rio Grande fortaleceu a principal atividade econômica da cidade — a agropecuária — por meio da comercialização das produções do norte do Estado de São Paulo e do Centro-Oeste com a Região Sul (Medeiros, 2020).

O posicionamento estratégico possibilitou que Barretos se situasse como palco de exposições e feiras, bem como da produção agropecuária. Na década de 1940, foi fundado o Recinto Paulo de Lima Corrêa — tombado pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAT) em 2006 — espaço importante para a história da cidade, que realizou exposições agropecuárias e as primeiras edições da Festas do Peão de Barretos. Em 1957, se inicia a criação de gado e serviços de logística de transporte de animais pela família Vilela de Queiroz que, em 1992, funda o Frigorífico Minerva do Brasil S/A, com sede em Barretos, sendo uma das empresas que mais geram emprego na cidade (Medeiros, 2020).

A Zona 1, de acordo com o ZEE-SP, perpetuou e fortaleceu a principal característica econômica da cidade e região, sendo os produtos agroindustriais relacionados a cana-de-açúcar (Figura 18), laranja (Figura 19) e bovinos (Figura 20) os mais presentes no território. O primeiro cultivo é o mais expressivo, devido à sua expansão, entre 2010 e 2016, e pelo crescimento das indústrias de biocombustíveis. A produção de alimentos, sucos de frutas, açúcar bruto e ração e a grande oferta de serviços influenciaram o crescimento de 20% do Valor Adicionado à Indústria na região (São Paulo, 2022f; 2022g).



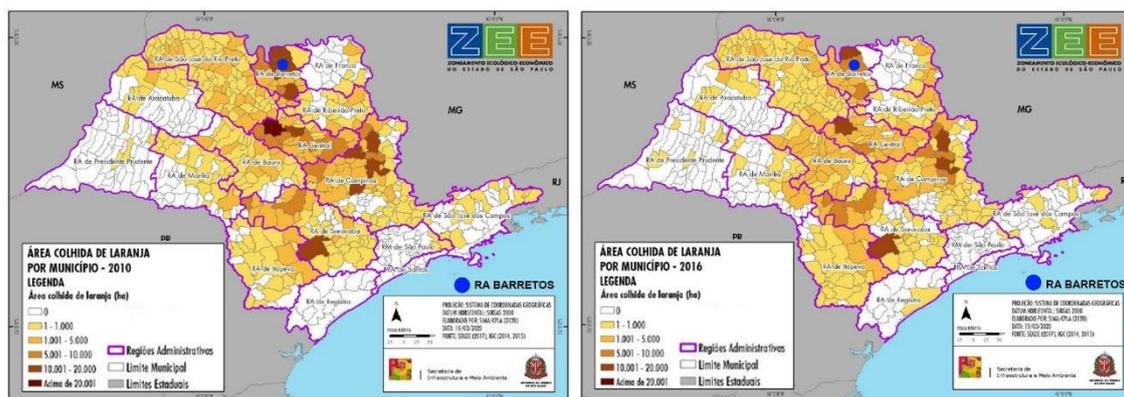


Figura 19 – Cultivo de laranja entre 2010-2016 no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 112, assinalando Barretos pela autora.

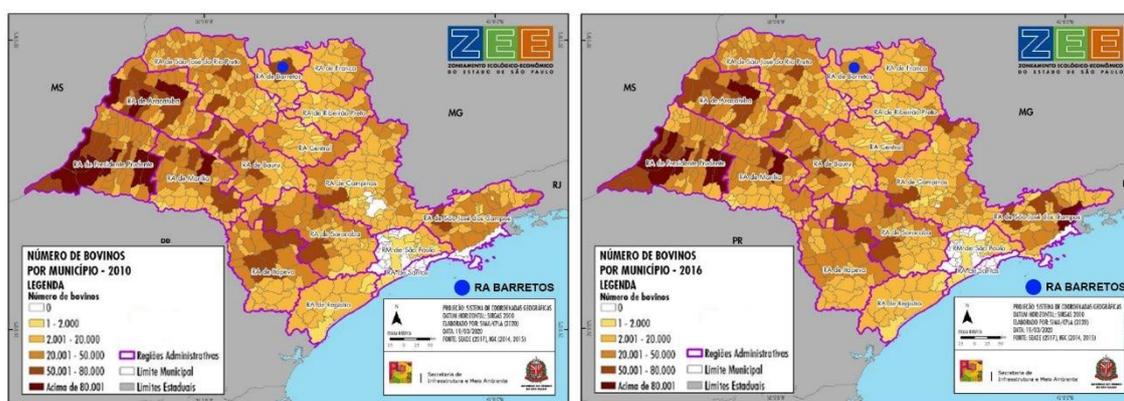


Figura 20 – Criação de bovinos entre 2010-2016 no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 110, assinalando Barretos pela autora.

A característica econômica do setor agropecuário é o fator comum entre as RAs que compõem a Zona 1; porém cada uma delas apresentam características específicas⁷. A RA de Barretos se destaca pelo turismo, exposições e feiras rurais, sendo a “Festa do Peão de Boiadeiro de Barretos” o evento mais relevante da região, que impacta diversos setores como o agronegócio, o industrial, o comercial, compreendendo hotelaria, bares e restaurantes. A diversidade de estruturas multiespecializadas na Zona 1 são decorrentes das grandes ofertas de serviços em suas Regiões Administrativas, sendo que cada uma dessas particularidades vai interferir de formas diferentes nos fatores socioambientais, culturais e econômicos, sendo as RA de Franca e Barretos, as que possuem menor participação no PIB do Estado entre as regiões da zona analisada (São Paulo, 2022g).

⁷ A RA de Ribeirão Preto é que tem maior crescimento populacional, sendo a Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA) maior de 20%; a RA Central, apresenta polo de tecnologia e inovação com empresas aeronaves como a EMBRAER em Gavião Peixoto; e a RA de Franca contempla com grande produção de café e confecções e calçados em couro (São Paulo, 2022g).

A RA de Barretos é composta por dezenove cidades (Figura 21). As diretrizes de Economia Competitiva e Sustentável (D4) e Redução das Desigualdades Regionais (D5) do ZEE-SP revelam que esta apresenta baixa intensidade tecnológica e pouca diversidade industrial. A maior parte da produção da região está relacionada à cadeia do agronegócio, desde o cultivo da terra e criação de animais até a exportação de produtos, sendo os frigoríficos Minerva e JBS os precursores na cidade de Barretos a comercializarem com a América Latina e países da Ásia. (São Paulo, 2022g).



Figura 21 – Cidades que compõem a Região Administrativa de Barretos. Fonte: SPBR São Paulo-Brasil, s.d..

A participação do município de Barretos e de sua Região Administrativa no Valor Adicionado (VA)⁸ afirma a potência da prática agropecuária no território. O setor agropecuário (Figura 22) é o que mais apresenta valor agregado, enquanto os setores de serviço (Figura 23) e industrial (Figura 24) são moderados, embora seja possível visualizar, quanto a este último, um eixo de maior potência no Estado, no sentido SE-NE, desde o litoral, passando pelas regiões metropolitanas de Santos, São Paulo, Campinas, e Regiões Administrativas Central e de Ribeirão Preto, em direção a Barretos. O indicador se refere à baixa tecnologia e a pouca diversidade industrial, evidenciando que a mão-de-obra não precisa ser especializada e de alta de qualidade, dado que a maior quantidade de empregos é ofertada em setores de pouca intensidade tecnológica (Gráfico 1). Os setores de serviço, indústria e agropecuária (Gráfico 2) são os maiores empregadores da RA de Barretos (São Paulo, 2022e e 2022f).

⁸ O VA é um indicador que demonstra o valor que o processo produtivo agrega ao bem de serviço e é analisado nos fatores agropecuário, serviço e industrial (São Paulo, 2022f).

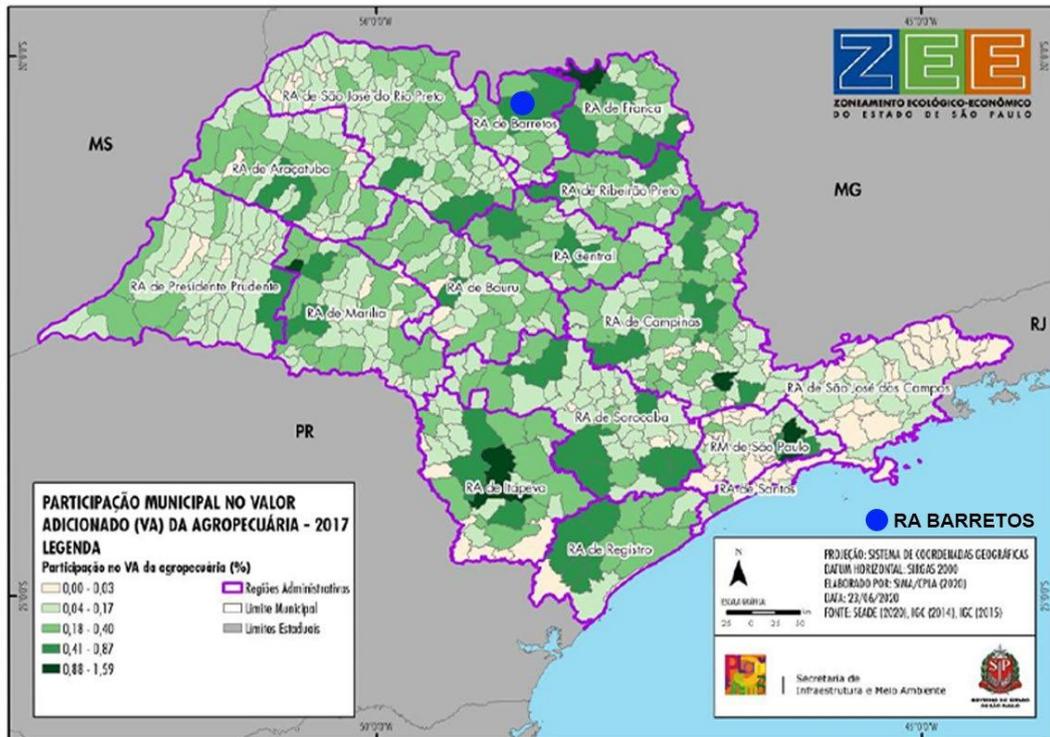


Figura 22 – Valor Adicionado à Agropecuária conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 38, assinalando Barretos pela autora.

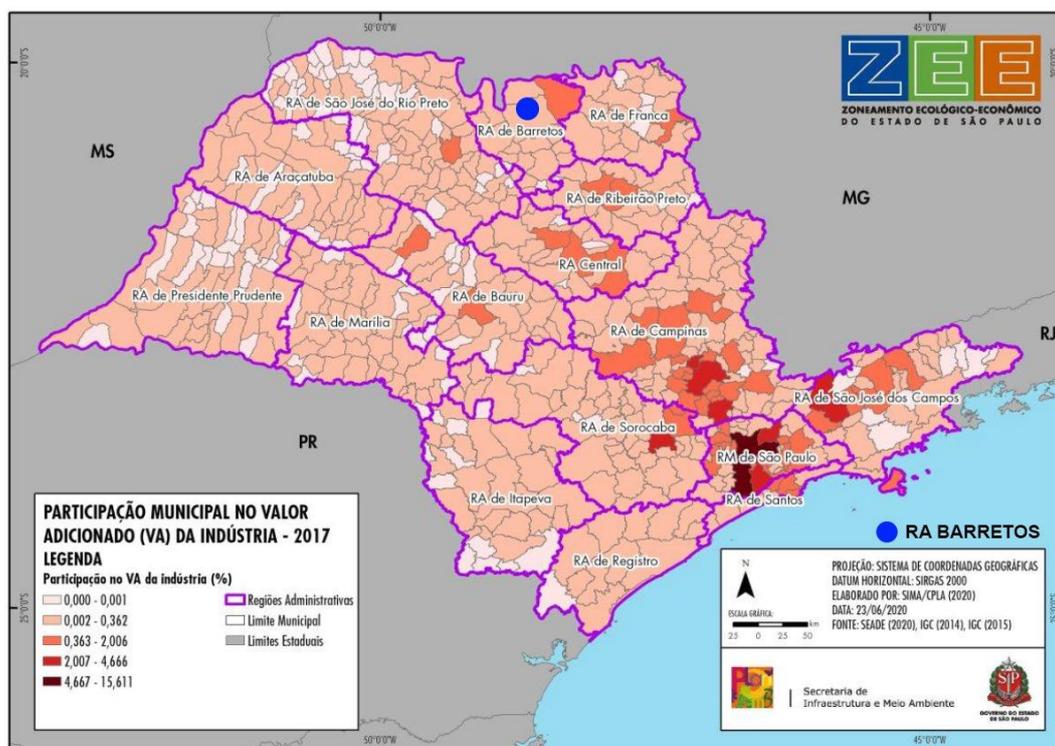


Figura 23 – Valor Adicionado à Indústria conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 39, assinalando Barretos pela autora.

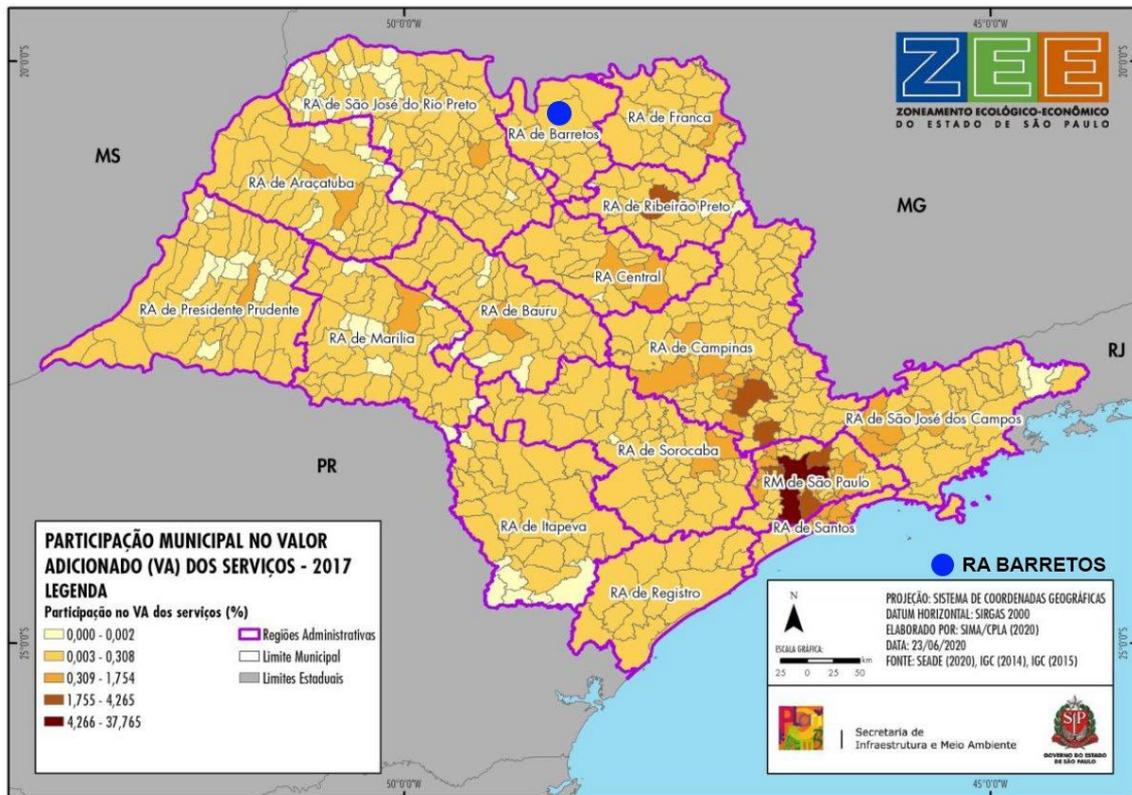


Figura 24 – Valor Adicionado à Indústria aos Serviços conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 40, assinalando Barretos pela autora.

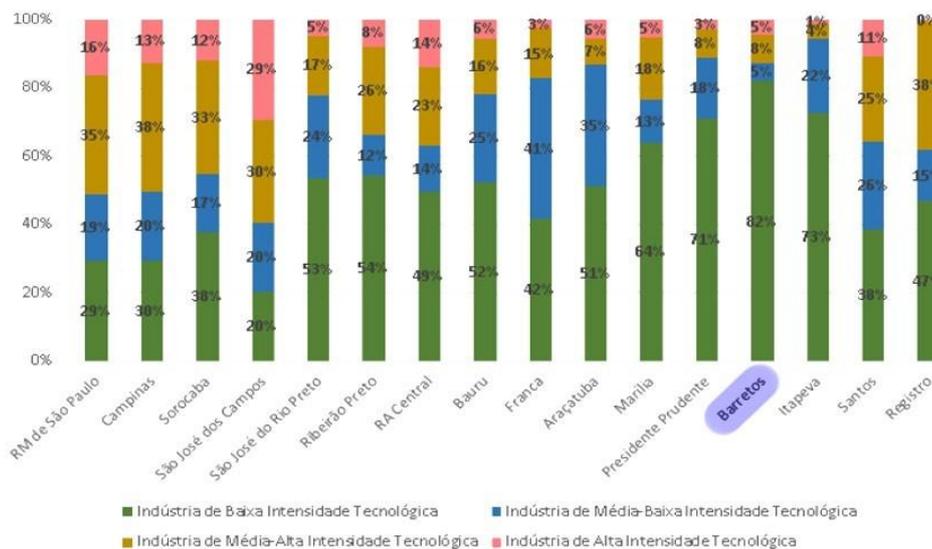


Gráfico 1 – Porcentagens de empregos por tecnologia industrial, conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 45, assinalando Barretos pela autora.

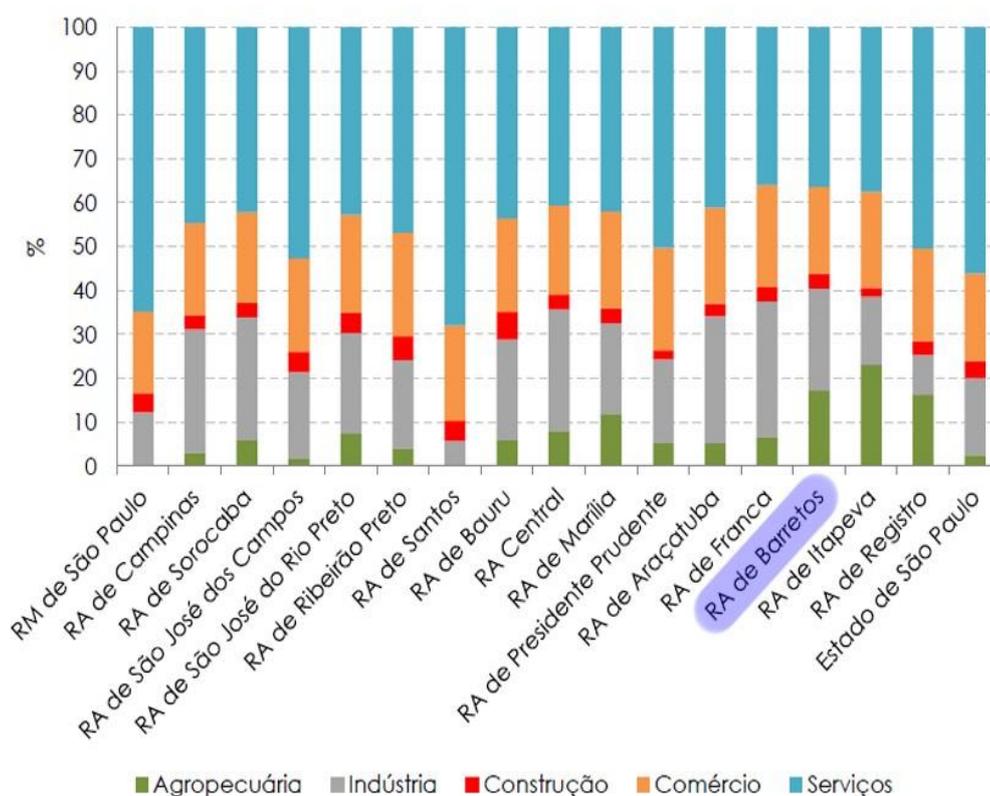


Gráfico 2 – Porcentagem de empregos por setor, conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 102, assinalando Barretos pela autora.

A baixa qualidade da mão de obra disponível está relacionada diretamente ao nível de escolaridade da região. De acordo com o Índice de Responsabilidade Social (IPRS), analisado nas diretrizes Economia Competitiva e Sustentável (D4) e Redução das Desigualdades e Regionais (D5) do ZEE-SP, o nível de escolaridade (Figura 25) da cidade da RA Barretos é alto, porém a busca pela inserção no mercado de trabalho é concorrida, visto que todas as Regiões Administrativas da Zona 1 apresentam níveis críticos de matrículas em cursos superiores, mesmo com o incentivo e presença de cursos técnicos e profissionalizantes, sendo eles oferecidos por três Escolas Técnicas Estaduais (ETEC) e dois estabelecimentos do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) na Região Administrativa. O município de Barretos (Figura 26) conta com presença de dois Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF) e três instituições de ensino superior, a saber, o Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB), a Faculdades Barretos e a Faculdade de Ciências da Saúde de Barretos Dr. Paulo Prata (FACISB) (São Paulo, 2022c; 2022f).

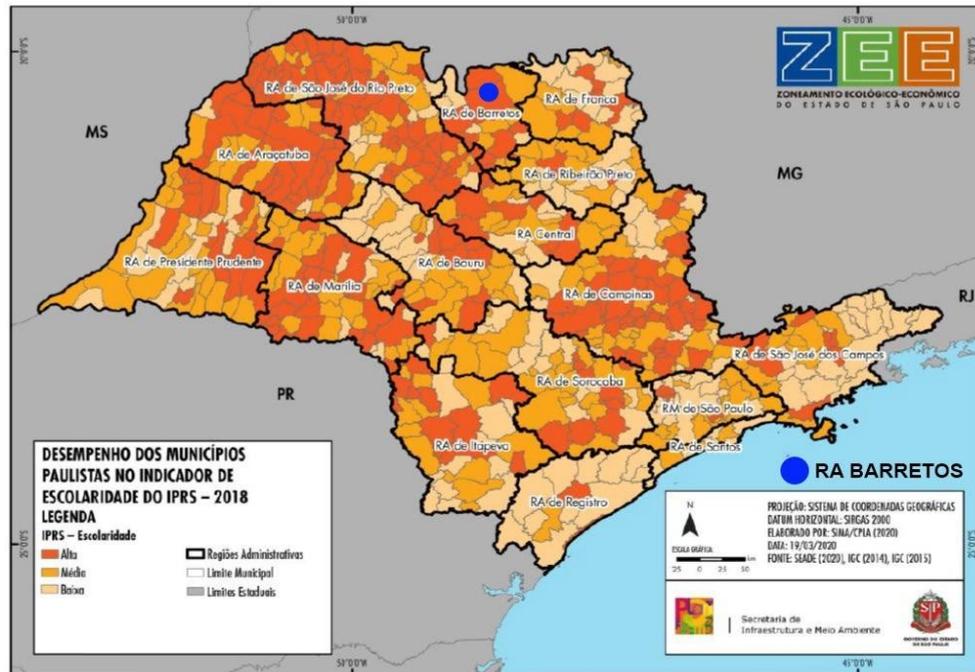


Figura 25 – Índice de escolaridade do IRPS, conforme ZEE-SP. Fonte: São Paulo, 2022f, p. 90, assinalando Barretos pela autora.

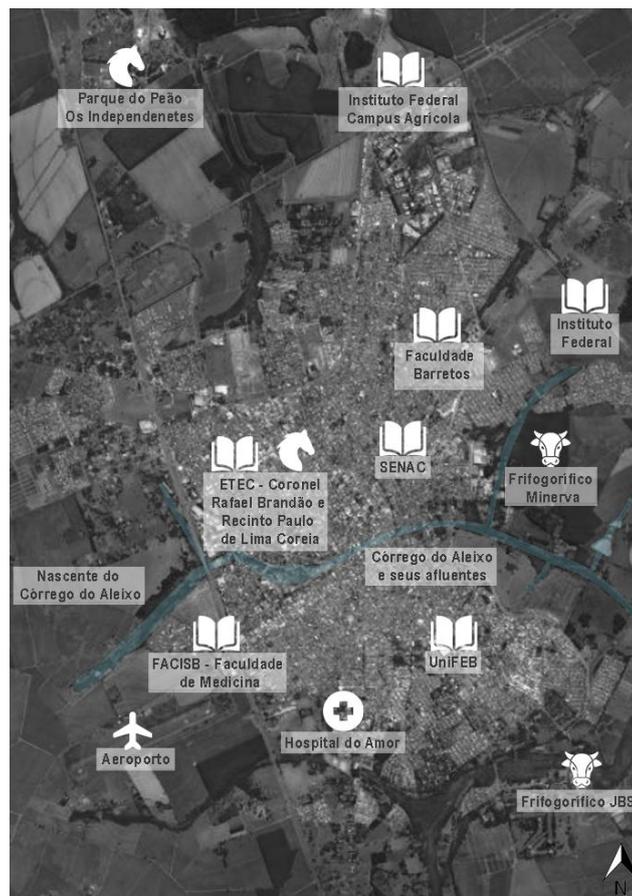


Figura 26 – Localização das instituições de ensino técnico e superior, frigoríferos e aeroporto na cidade de Barretos. Fonte: Autoria própria com base cartográfica do Google Earth.

Os setores econômicos da RA Barretos que têm maior crescimento são o agronegócio, que é a principal atividade econômica, e de serviços, relacionados principalmente à saúde, devido à presença da FACISB e do Hospital de Amor, que é referência em tratamento oncológico em escala mundial, recebendo população flutuante na cidade, de pacientes de todo o Brasil e outros países, para realizar tratamento. É responsável pelo crescimento econômico e empregos — junto com os frigoríficos e comércios.

No Brasil as ondas de calor e a seca devido ao aumento de temperatura, alta umidade, redução de chuvas e desmatamento são algumas das consequências das mudanças climáticas⁹. As projeções climáticas para o Estado de São Paulo, no período de 2020-2040, realizadas pelo ZEE-SP, apresentam cenários alarmantes relacionados a temperatura e quantidade de chuvas. Cada temática contempla um mapa com situações negativas e outro com situações positivas, que representam os desvios máximo e mínimo, obtendo maior intervalo de tendências para o Estado (Prizibisczi, 2022; São Paulo, 2022d)

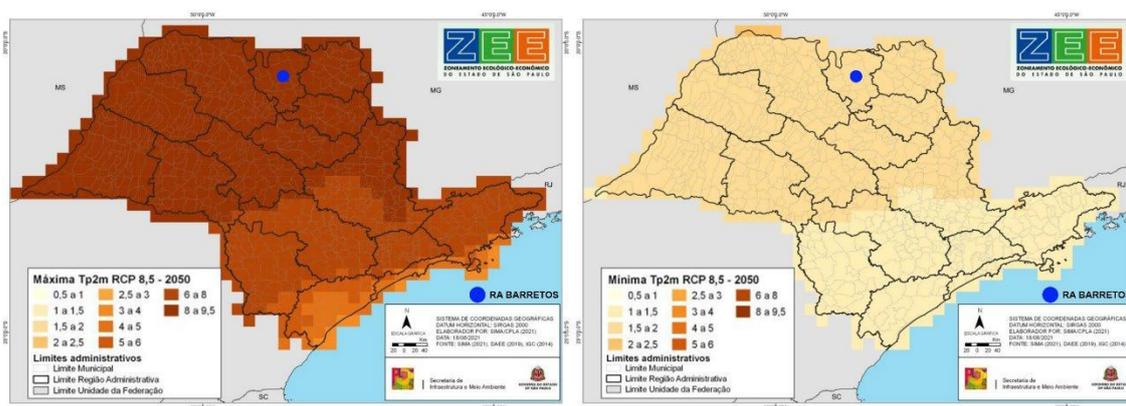


Figura 27 – Temperatura média anual no Estado de São Paulo. Mapa à esquerda – desvio máximo. Mapa à direita – desvio mínimo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 9, assinalando Barretos pela autora.

A temperatura do ar média anual (Figura 27, acima) apresenta sinal de aquecimento, sendo que, no desvio máximo, algumas regiões do sul do Estado possuem

⁹ O relatório de março de 2023 do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC – Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas) mostra que, em 2019, a concentração de CO₂ foi maior em pelo menos 2 milhões de anos e a de metano e óxido nitroso foi maior em pelo menos 800 mil anos; 79% das emissões globais de gases do efeito estufa vieram dos setores de energia, indústria e transporte; e 22% das emissões globais de gases do efeito estufa provieram dos setores da agricultura, silvicultura e pecuária. A situação atual relacionada às mudanças climáticas encontra-se em estado de emergência humanitária, sendo necessário diminuir 43% da emissão de gases do efeito estufa até 2030 (Kaz; Salim, 2023).

aumento de 1°C - 4°C e na região norte e central podem aumentar de 6°C - 8°C. O mesmo ocorre no desvio mínimo, com aumento de 4°C. O número de dias consecutivos no ano com temperatura máxima diária maior que percentil 90 (Figura 28) mostra que em ambos os desvios têm o aumento das ondas de calor e diminuição dos dias de frio (São Paulo, 2022d).

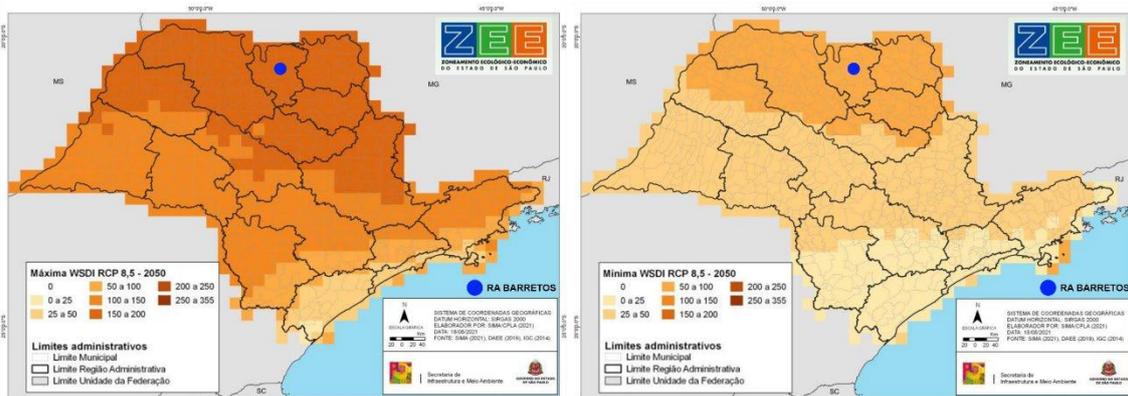


Figura 28 – Número de dias consecutivos no ano com temperatura máxima diária maior que percentil 90. Mapa à direita - desvio máximo e mapa à esquerda – desvio à esquerda, no estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 14, assinalando Barretos pela autora.

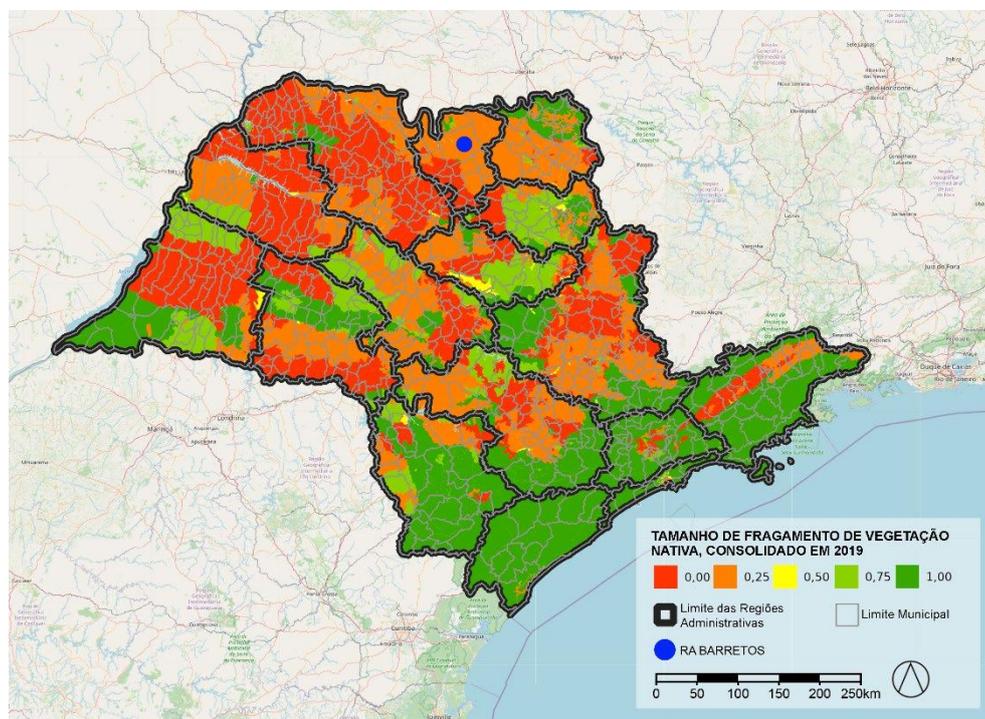


Figura 29 – Fragmentação da vegetação nativa consolidada em 2019 para o Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.

O município de Barretos, em relação ao aquecimento, está localizado nas faixas com maior valor em ambos os desvios apresentados, podendo intensificar a fragmentação da vegetação nativa (Figura 29, acima), que favorece o surgimento de pontos de erosão (Figura 30), queimadas, prejudica a germinação da vegetação e a produção de alimentos no setor agropecuário. As consequências das mudanças climáticas são respostas às atividades antrópicas, sendo imprescindível a mudança da situação atual em direção a cenários de cidades resilientes e territórios biodiversos. (Kaz; Salim, 2023; São Paulo, 2022d).

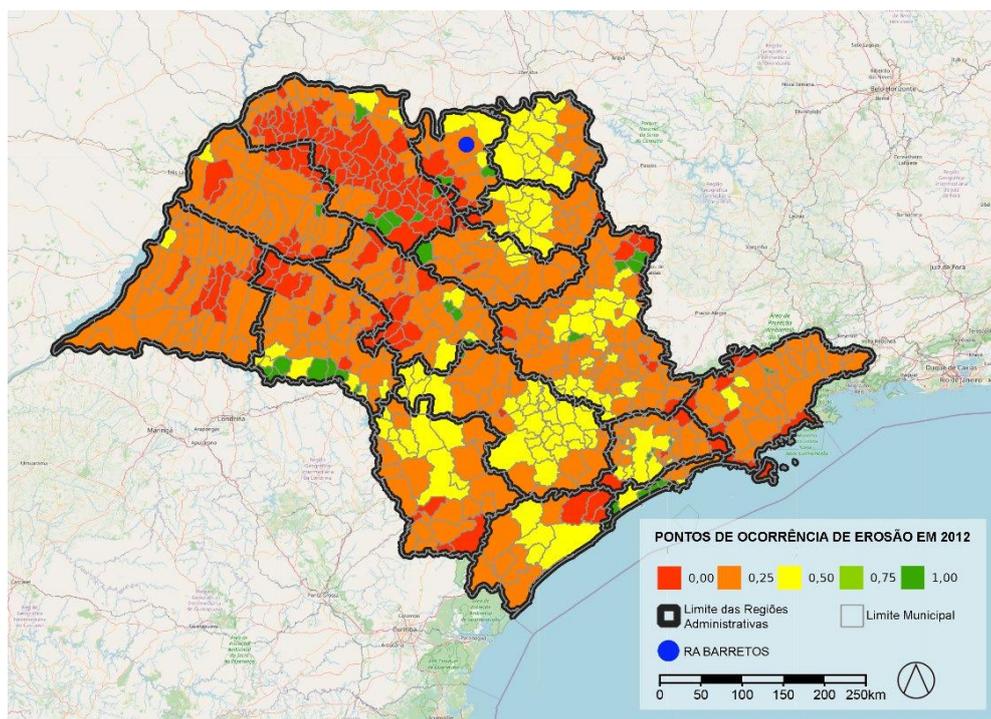


Figura 30 – Pontos de erosão em 2012 no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.

Os cenários previstos pelo ZEE-SP mostram aumento de uma média de 4°C - 6°C de temperatura, o que favorece o *overshoot*, a saber, quando a temperatura da Terra ultrapassa um determinado limite por algum tempo e depois retorna para uma temperatura mais fria. Segundo o IPCC, o crescimento máximo de 1,5°C na temperatura da Terra, que por si só é um quadro ameaçador, é o que garante a sobrevivência dos ecossistemas, biodiversidade e humanidade. (Kaz; Salim, 2023).

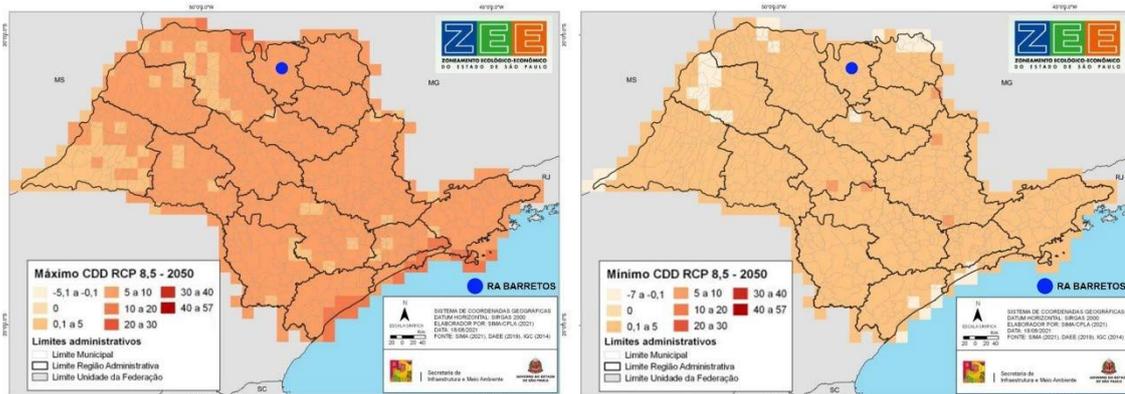


Figura 31 – Mapas de números de dias consecutivos sem chuvas, no estado de São Paulo. Mapa à esquerda - desvio máximo. Mapa à direita – desvio mínimo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 16, assinalando Barretos pela autora.

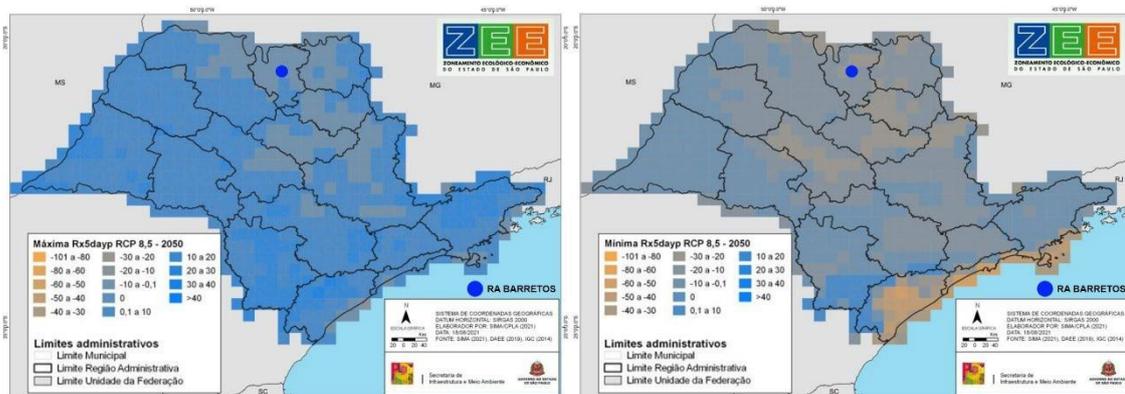


Figura 32 – Mapas de precipitação anual em cinco dias consecutivos, no estado de São Paulo. Mapa à esquerda - desvio máximo. Mapa à direita – desvio mínimo. Fonte: São Paulo, 2022d, p. 18, assinalando Barretos pela autora.

As projeções do ZEE-SP para as precipitações indicam aumento do espaço de tempo entre as ocorrências, no período de estiagem, o que reduz as chuvas em seu total (Figura 31, acima), por outro lado, há um aumento na intensidade de precipitações em cada ocorrência (Figura 32, acima), que varia para cada região (São Paulo, 2022d). Essas situações implicam em dias calorosos e aumento da probabilidade de enchentes e deslizamentos de terra, devido ao encharcamento do solo. Eventos como estes se configuram como eventos extremos, que causam destruição de ruas e avenidas e deslizamento de terra, por exemplo, deixando famílias desabrigadas e gerando problemas de mobilidade urbana, sendo a população mais vulnerável a mais atingida por essas situações. Segundo Lourenço (2019):

A particularidade dos impactos ambientais é que, embora a humanidade, de uma forma ou de outra, sempre tenha convivido

com eles, a especificidade, a origem e a abrangência dos novos riscos a que estamos submetidos são todos frutos de uma “incerteza manufaturada” – ou, nas palavras do sociólogo alemão Ulrich Beck, de uma (auto)destruição criativa do homem —, o que sobreleva a importância dos mecanismos de informação e de tentativa de controle dos cenários de adversidade ambiental. (Lourenço, 2019, p.16)

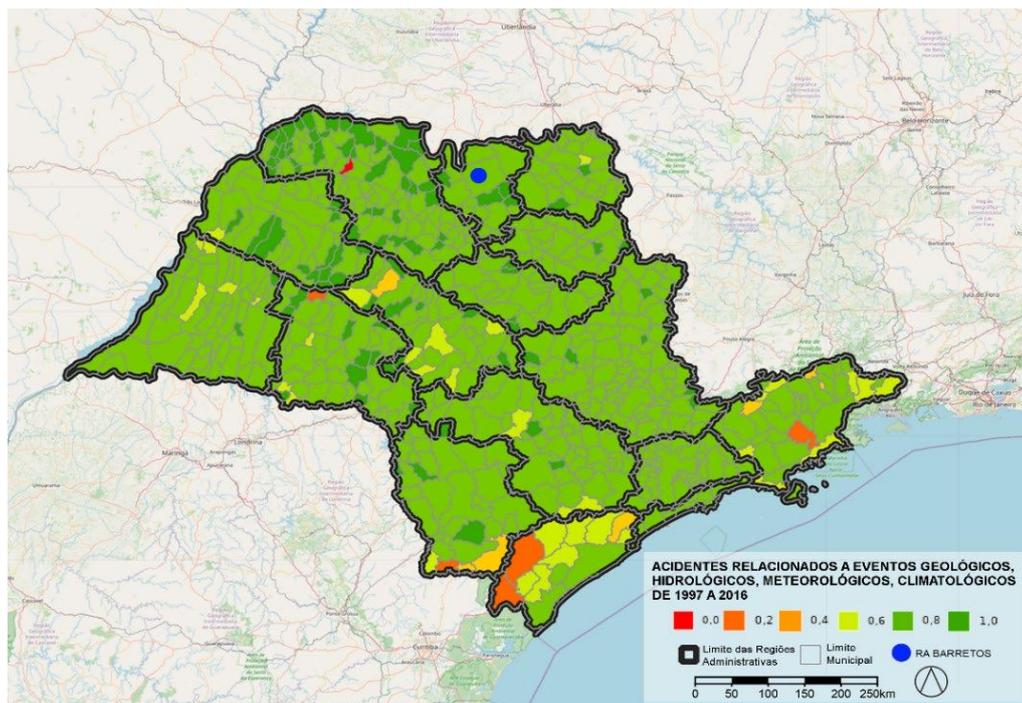


Figura 33 – Mapa de acidentes relacionados a eventos geomorfológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos, no Estado de São Paulo, de 1997 a 2016, sob a ótica da Diretriz de Resiliência as Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.

De acordo com a diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) (São Paulo 2022b), a RA de Barretos apresenta índice favorável, ou seja, sem riscos para acidentes relacionados a eventos geomorfológicos, hidrológicos, meteorológicos e climatológicos, de 1997 a 2016 (Figura 33, acima); porém, nos últimos anos, a quantidade de enchentes e alagamentos é cada vez mais recorrente, sendo dois eventos relevantes para a cidade de Barretos causados devido à abundância de chuvas (Figura 34). O primeiro, em novembro de 2017, teve, em um dia de temporal, um volume de chuvas de 92,6mm, quase 62% acima do mês de novembro do ano anterior, causando inundação do Córrego do Aleixo e a invasão das águas em residências. Em janeiro de 2022, o volume de chuvas esperado para quatro dias, se deu em apenas um — foram cerca de 150mm de precipitação em quarenta

minutos, acarretando em estado de calamidade pública, devido ao alagamento de ruas, desmoronamento de via nas margens do Córrego do Aleixo, placas de asfalto arrancadas pela força das águas, desaparecimento de idosa e desabamento da ponte que conecta os bairros Cristiano de Carvalho e Zequinha Amendola, que demorou seis meses para ser reconstruída (EPTV 1, 2022; G1, 2017; 2022; 2022b; Uol, 2022).



Figura 34 – Da esquerda para direita: Inundação do Córrego do Aleixo, em 2017; Ponte na cidade de Barretos, que conecta os bairros Cristiano de Carvalho e Zequinha Amendola, a qual desabou com as chuvas, em 2022; invasão das águas nas residências em 2022; alagamento das ruas em 2022. Fonte: G1, 2017; EPTV1, 2022; UOL, 2022.

O cenário atual referente à infraestrutura de drenagem urbana, que são instalações de transporte, detenção ou retenção para absorver as vazões de cheias, o manejo de águas pluviais, tratamento e disposição final das águas drenadas (Brasil, 2007), são consequências das ações antrópicas, principalmente de impermeabilização do solo. A área urbana de Barretos apresenta registro de 659 vias públicas, sendo 611 pavimentadas (Infosanbas, s.d.). A excessiva impermeabilização do solo impossibilita a infiltração das águas pluviais e, conseqüentemente, a manutenção das densidades dos aquíferos.

Dentre os objetivos predicados pelo Plano Diretor de Barretos com respeito à drenagem urbana, estão a garantia do escoamento das águas pluviais de forma segura aos cidadãos e a segurança das margens fluviais, onde haja risco de inundações das edificações. Para alcançar os objetivos propostos, as diretrizes e ações estratégicas presentes no Plano Diretor devem ser praticadas como projeto e obras do sistema de drenagem em áreas de risco, como: lagoas de contenção e sistemas de captação; implantar sistema de retenção de águas pluviais em lotes, sejam eles comerciais, residenciais, industriais, públicos e institucionais; e incentivar e regulamentar intervenções urbanas com projeto de drenagem de baixo impacto, principalmente em vias locais, de acesso, de pedestres, parques lineares e espaços livres (Barretos, 2006, art. 78).

O sistema de drenagem está diretamente relacionado ao ciclo hidrológico e infiltração de águas no solo, o que conserva os mananciais subterrâneos. Em relação às águas subterrâneas que abastecem a cidade — os aquíferos Guarani e Bauru (São Paulo, 2022h) —, o Plano Diretor de Barretos (Barretos, 2006) determina que o Poder Executivo Municipal deve: exercer controle sobre a captação e exploração dos poços do município; efetuar detecção e controle de perdas pelo sistema e atividades econômicas; executar programas de redução das fontes poluidoras; localização estratégica das áreas industriais de acordo com a disponibilidade hídrica; e promover o reúso das águas industriais. Os aspectos que serão apresentados a seguir evidenciam o quanto as águas subterrâneas e as superficiais da cidade de Barretos são exploradas — principalmente pelas atividades econômicas —, poluídas e carecem da preservação e conservação de seus ciclos, da biodiversidade e dos ecossistemas.

Os índices relacionados à produção agropecuária e aos recursos hídricos são relativos às pressões exercidas nas diretrizes de Resiliência as Mudanças Climáticas (D1) e Segurança Hídrica (D2). A falta de diversidade agropecuária (Figura 43) é um risco para a biodiversidade e para a qualidade do solo, visto que a pouca diversidade de culturas prejudica os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, resultando em pouca matéria orgânica e baixa retenção de água (São Paulo, 2022b).

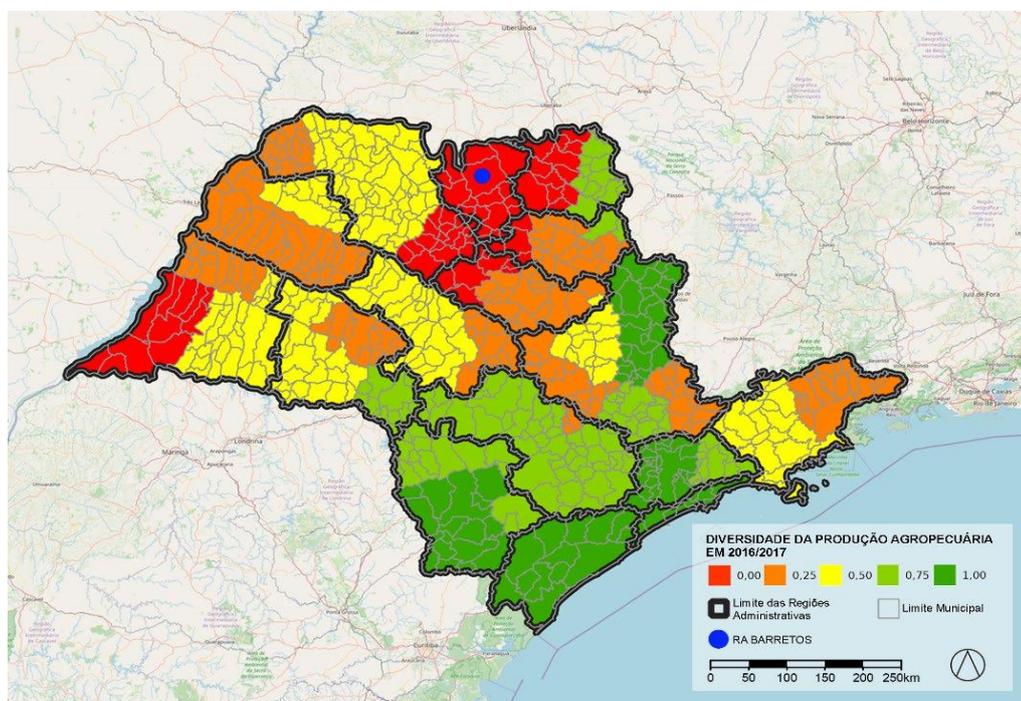


Figura 35 - Diversidade da produção agropecuária em 2016/2017, sob a ótica da Diretriz de Resiliência as Mudanças Climáticas. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.

O aproveitamento da terra no município de Barretos evidencia a potência da economia agropecuária e seu impacto na conservação da biodiversidade e na preservação dos ecossistemas e comprova que os remanescentes naturais sofrem pressão do neoextrativismo, presente na região. Em porcentagens, cerca de 80% da terra está vinculada à agropecuária — sendo a cana de açúcar o cultivo com mais representatividade na cidade — 18% de áreas vegetadas e apenas 2% em área urbanizada (Gráfico 3) (Infosanbas, s.d.). As áreas urbanas e rurais proporcionam diferentes dinâmicas socioeconômicas no território e interferem no principal corpo hídrico da cidade, o Córrego do Aleixo.

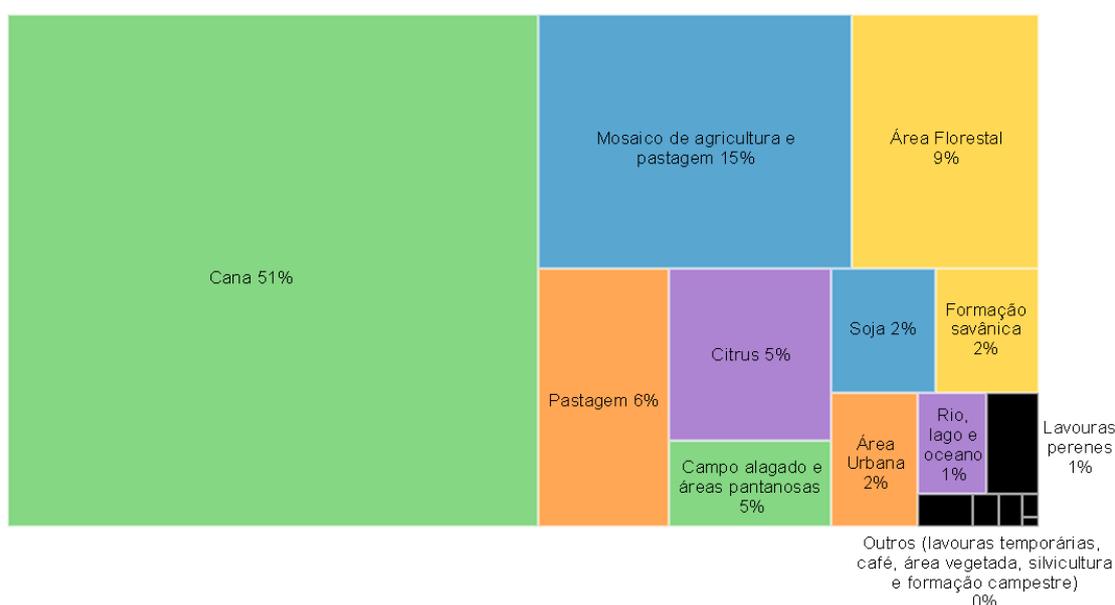


Gráfico 3 - Uso da terra da cidade de Barretos. Fonte: Infosanbas, s.d.

Em oposição à atroz condição do uso do solo por meio da agropecuária — que fragiliza cenários de proteção e conservação da biodiversidade — o Plano Diretor de Barretos (Barretos, 2006) propõe uma política municipal de agricultura pautada em objetos que articulam uma agricultura de baixo impacto e familiar, em áreas urbanas e rurbanas, como zonas de transição entre área urbana e rural. Dentre os principais objetivos e diretrizes que norteiam esta política, estão: a instituição de programa de agricultura familiar e cooperativa a nível de programas nacionais e estaduais; ampliação do conhecimento ecológico e de educação ambiental; incentivo ao planejamento ambiental, conservação da biodiversidade e ao manejo sustentável da produção agrícola; incentivo a conservação e recuperação do solo; redução e controle do uso de agrotóxicos; e criação de cinturões verdes nas franjas urbanas. Estas diretrizes buscam priorizar a recuperação dos ecossistemas e favorecer o abastecimento e segurança alimentar.

O uso do solo impacta diretamente na disponibilidade hídrica. De acordo com o ZEE-SP, os indicadores que compreendem a diretriz de Segurança Hídrica apresentam pesos que variam de 5 a 0,25, sendo que os indicadores com maiores pesos são os que exibem melhores níveis. A carta-síntese identifica a RA de Barretos em situação favorável, porém se faz necessário analisar os indicadores separadamente, para que a compreensão do território seja assertiva e os dados não se tornem mascarados (São Paulo, 2022a; 2022c).

Os índices relacionados à qualidade (Gráfico 4) e atendimento de água apontam para uma situação favorável na RA de Barretos e para a Bacia Baixo Pardo Grande, sendo 67% das águas em boa qualidade e 11% em ótima qualidade (São Paulo, 2022h). Os indicativos de balanço hídrico quali-quantitativo segundo a vazão Q95% (Figura 36) e coleta e tratamento de esgotos contam com bons níveis, dentro da matriz da diretriz de Segurança Hídrica (São Paulo, 2022b).

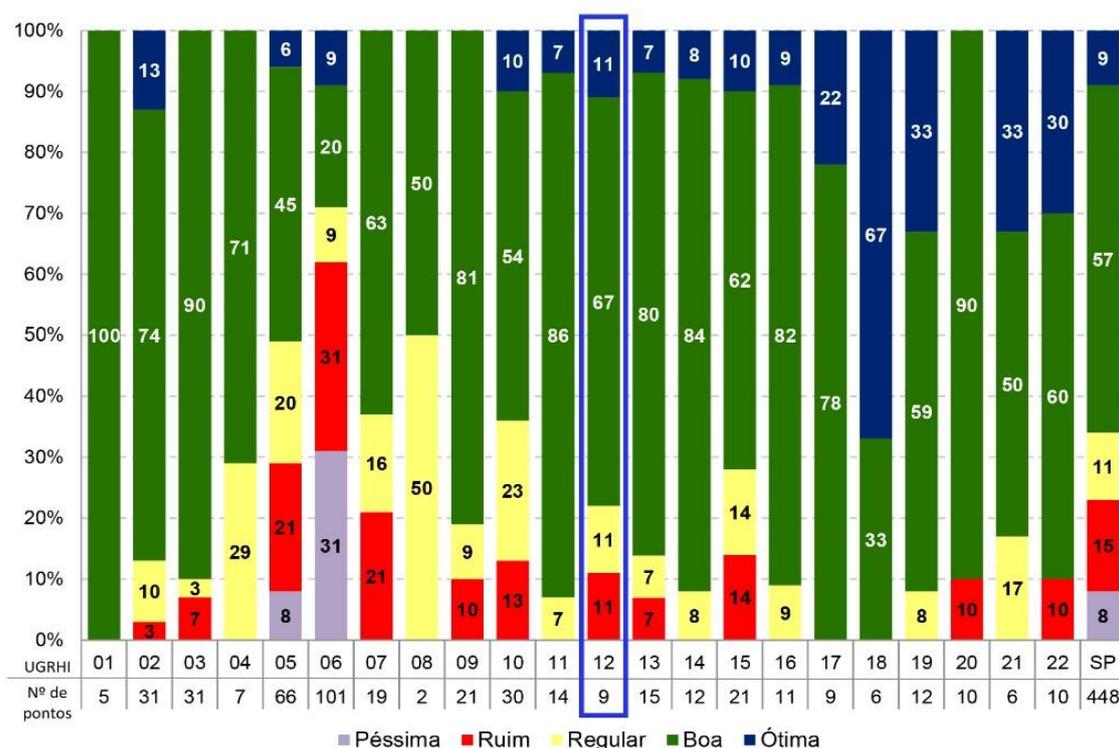


Gráfico 4 – Qualidade da água nas UGRHI do Estado de São Paulo, assinalada a UGRHI-12, relativa à Bacia Baixo Pardo Grande, que incide no município de Barretos. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 132, trabalhada pela autora.

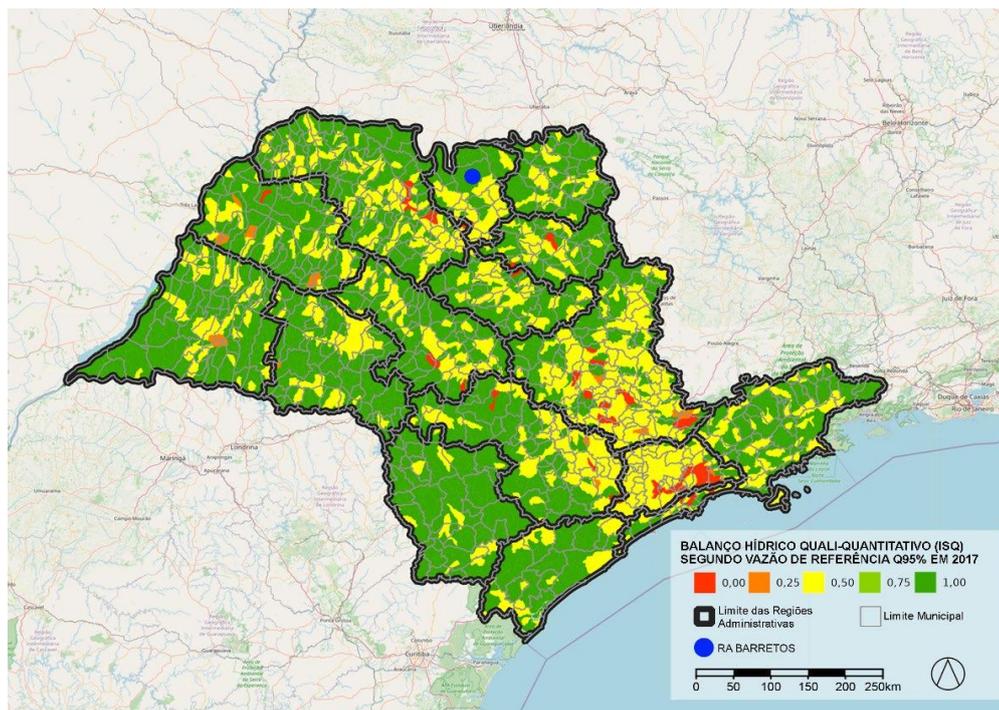


Figura 36 – Balanço Hídrico quali-quantitativo segundo a vazão Q95% no Estado de São Paulo, em 2017, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.b., assinalando Barretos pela autora.

Como princípios gerais para o sistema de saneamento ambiental, apresentados no Plano Diretor de Barretos (Barretos, 2006), estão: preservação, conservação e monitoramento dos recursos naturais e dos sistemas de saneamento ambiental; racionalização dos recursos hídricos; e universalização do abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos e a coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

O serviço de abastecimento de água e de esgotamento sanitário de Barretos está sob responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). O abastecimento deve proporcionar a canalização interna até a moradia ou, pelo menos, até 50 metros em torno do domicílio, fornecer água sem interrupções, para suprir as necessidades básicas das famílias, com a qualidade e potabilidade estabelecida pela Ministério da Saúde (Infosanbas, s.d.). Os objetivos gerais referentes ao abastecimento de água presentes no Plano Diretor do município são: universalização dos serviços e abastecimento; estabelecimento de normas e procedimentos para a preservação, recuperação e ocupação das zonas de proteção ambiental e áreas de recarga do aquífero Guarani e mananciais do município; aprimoramento do atendimento ao público; promoção de campanhas de conscientização ao uso racional da água; e recuperação e preservação da mata ciliar dos corpos d'água.

O município apresenta 95,82% dos domicílios com canalização interna em pelo menos um cômodo, 2,78% dos domicílios com canalização interna somente no terreno e 0,39% dos domicílios sem canalização interna. A rede geral é a principal forma de abastecimento na área urbana e, na área rural, prevalece em proporções similares a rede geral e poços na propriedade (Gráfico 5). A captação de águas pluviais em cisternas para reuso se anuncia insignificante, por apresentar apenas um domicílio com esta infraestrutura no município. A falta de incentivos e conhecimento de práticas de reuso contribui para o elevado consumo, sendo o consumo médio por habitante no município de 199,80 L/hab.dia e a média nacional 151,1 L/hab.dia (Infosanbas, s.d.). Importante ressaltar que, como a extensão territorial da área rural é consideravelmente maior que a urbana, no caso de Barretos, isto faz com que se possa entender o consumo de água por habitante exagerado ao não identificar, de modo independente, o elevado consumo de água na produção agropecuária.

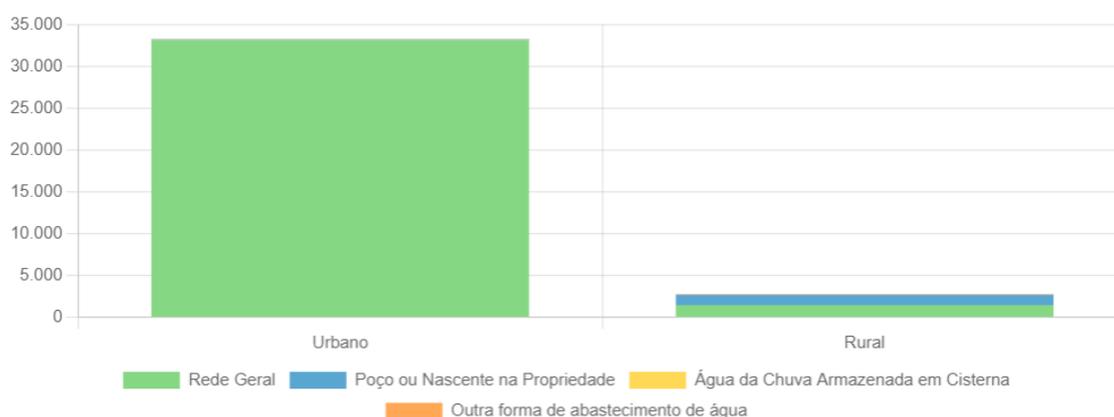


Gráfico 5 - Modalidades de abastecimento no município de Barretos. Fonte: Infosanbas, s.d.

O consumo excessivo e a falta de conhecimento e incentivo ao reuso das águas adicionado ao elevado uso de agrotóxicos (Figura 37), que está em situação crítica (São Paulo, 2022b), demonstra a dificuldade de praticar, de forma efetiva, o estabelecido legalmente no Plano Diretor salientando que a principal atividade econômica exerce pressão e impacta diretamente a qualidade da água e da biodiversidade local e regional. Em 2020, a Portaria de Potabilidade realizou o monitoramento de 27 tipos de agrotóxicos na água, mediante a realização de 18 testes, sendo que foram detectados agrotóxicos em todas as amostragens e averiguações no município de Barretos (Tabela 8) (Infosanbas, s.d.). Como consequências desta prática estão a contaminação da água, do solo e dos alimentos e a eutrofização dos corpos d'água, que provoca o assoreamento, a perda de oxigênio e mortalidade de espécies aquáticas.

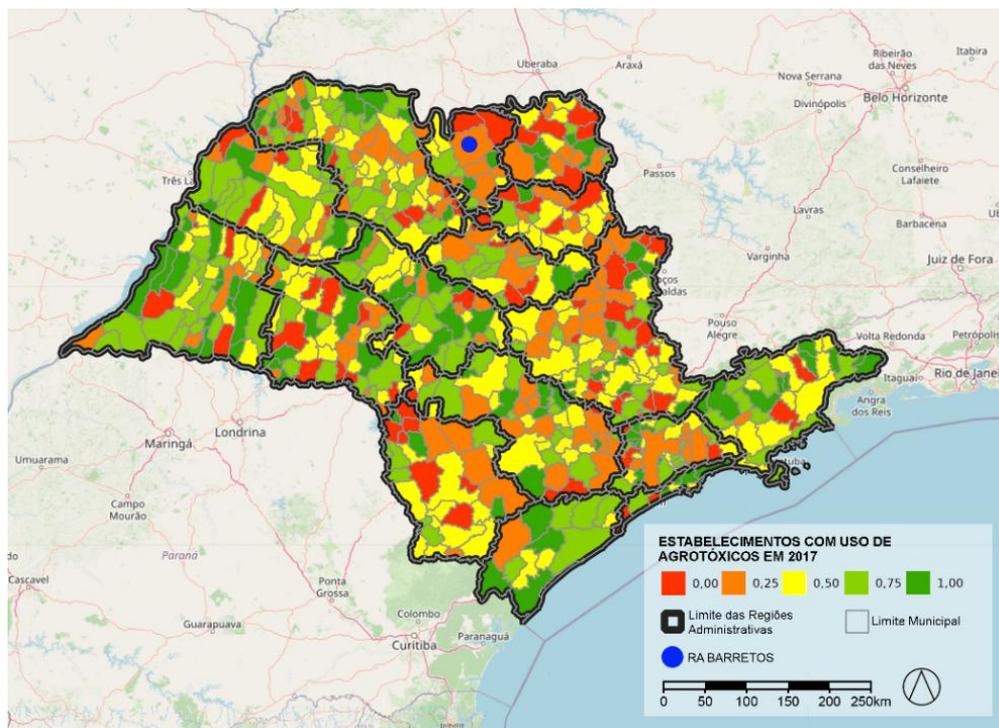


Figura 37 - Estabelecimentos com uso de agrotóxicos, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d., assinalando Barretos pela autora.

Agrotóxicos		
2,4 D + 2,4,5 T	DDT + DDD + DDE	Molinato
Alacor	Diuron	Parationa Metílica
Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido	Endossulfan (α , β e sais)	Pendimentalina
Aldrin + Dieldrin	Endrin	Permetrina
Atrazina	Glifosato + AMPA	Profenofós
Carbendazim + benomil	Lindano (gama HCH)	Simazina
Carbofurano	Mancozebe	Tebuconazol
Clorodano	Metamidofós	Terbufós
Clorporifós + clorporifós-oxon	Metacloro	Trifluralina

Tabela 8 - Agrotóxicos presentes na água do município de Barretos. Fonte: Infosanas, s.d.

Os dados do ZEE-SP referentes à coleta e tratamento de esgotos (Figura 38) correspondem aos objetivos gerais, conforme estabelecidos no Plano Diretor, como universalização dos serviços; análise periódica dos esgotos tratados na ETE; e

estabelecimento de procedimentos que impeçam, desestimulem e removam o lançamento indevido de esgotos nas águas pluviais (Barretos, 2006, art. 65).

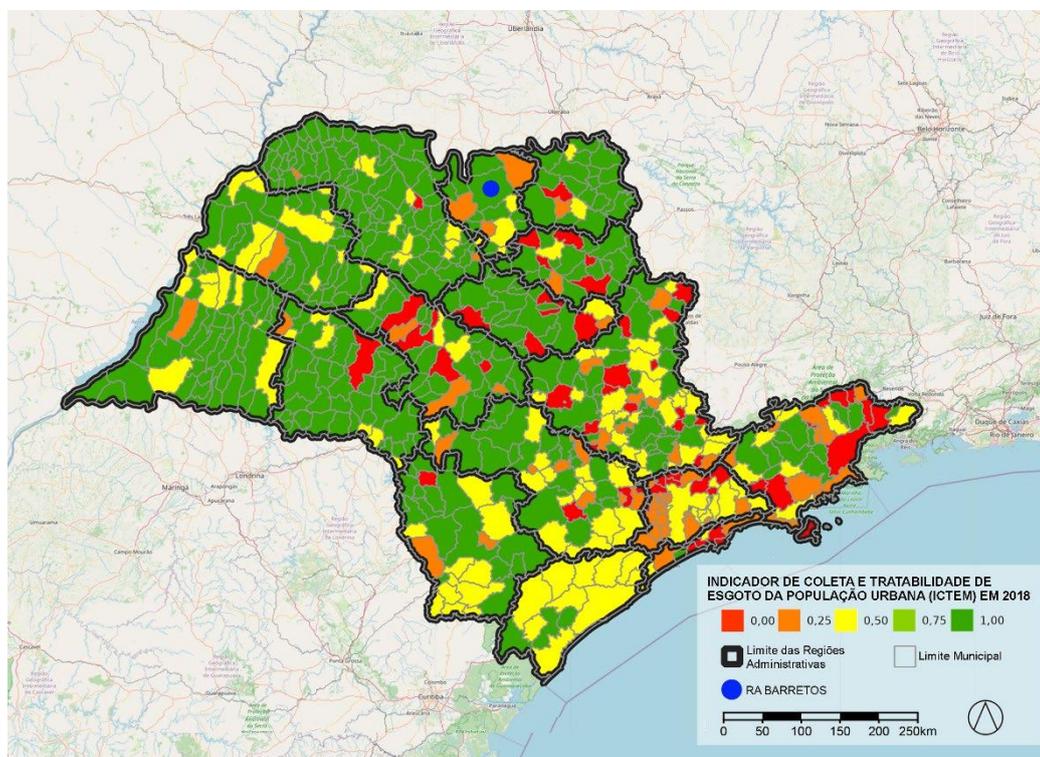


Figura 38 – Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto da População Urbana (ICTEM) em 2018 no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.b, assinalando Barretos pela autora.

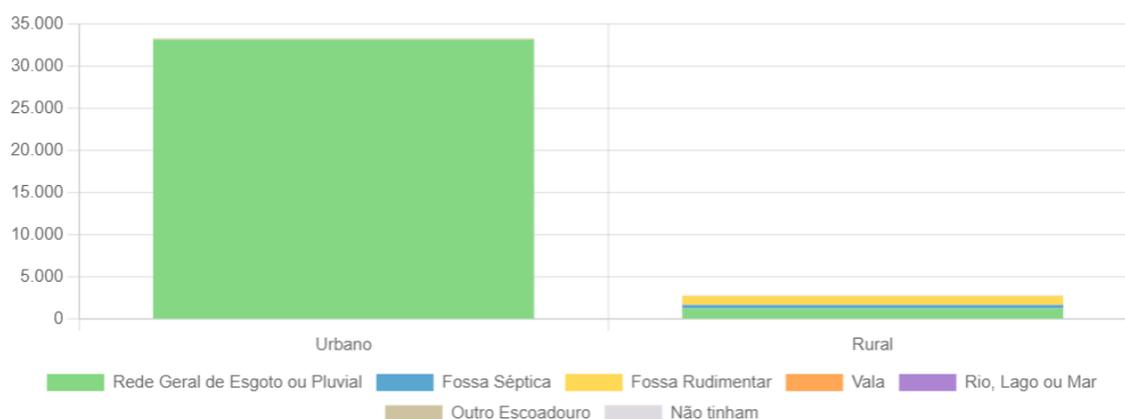


Gráfico 6 - Modalidades de esgotamento sanitário de Barretos. Fonte: Infosnbas, s.d.

O município de Barretos dispõe de 80% da coleta de esgoto municipal, sendo o tratamento total do esgoto coletado. Na área urbana predomina a rede geral de esgotos ou de águas pluviais e, na área rural, a rede geral e a fossa rudimentar apresentam porcentagens similares e a fossa séptica exibe uma porcentagem pequena (Gráfico 6,

acima), porém significativa, por estar presente em 419 domicílios rurais. O despejo direto em corpos hídricos não dispõe significância, porém contempla três domicílios em área urbana e quinze em área rural (Infosanbas, s.d.).

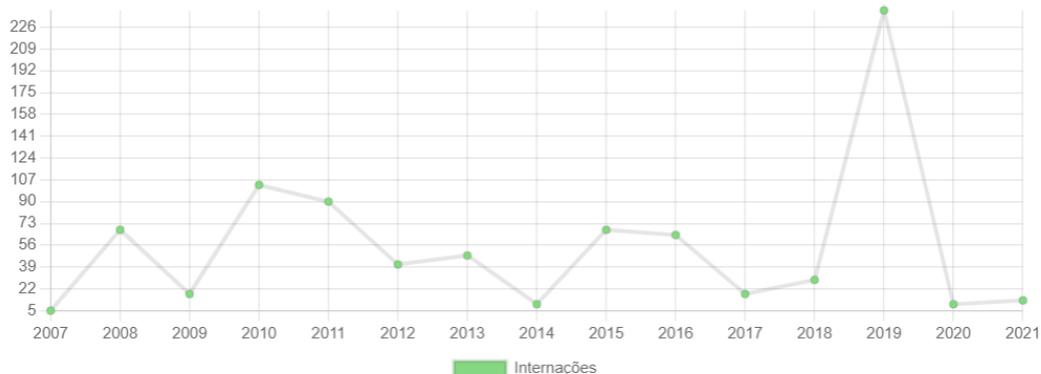


Gráfico 7 - Número de internações por DRSAIs no município de Barretos. Fonte: Infosanbas, s.d.

Os despejos diretos em corpos d'água e o inadequado serviço de saneamento — abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem de águas pluviais — favorecem a proliferação de vetores e Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAIs). O número de internações por DRSAIs apresentou 13 internações em 2021, sendo o pico, em 2019, com 239 internados (Gráfico 7, acima). Em relação ao número de mortos por DRSAIs, foram 10 óbitos em 2020, 14 óbitos em 2019 e 23 óbitos em 1998 (Gráfico 8) (Infosanbas, s.d.). Este cenário coloca a região em uma situação atual de insegurança, em relação ao indicador de coleta e tratamento de esgotos, sendo necessário monitoramento para que esta realidade seja contínua, devido aos indicadores de pressão que exercem ameaça à região, principalmente os relativos ao despejo indevido em corpos hídricos e à perda de água pelo sistema (São Paulo, 2022b).



Gráfico 8 - Número de óbitos por DRSAIs no município de Barretos. Fonte: Infosanbas, s.d.

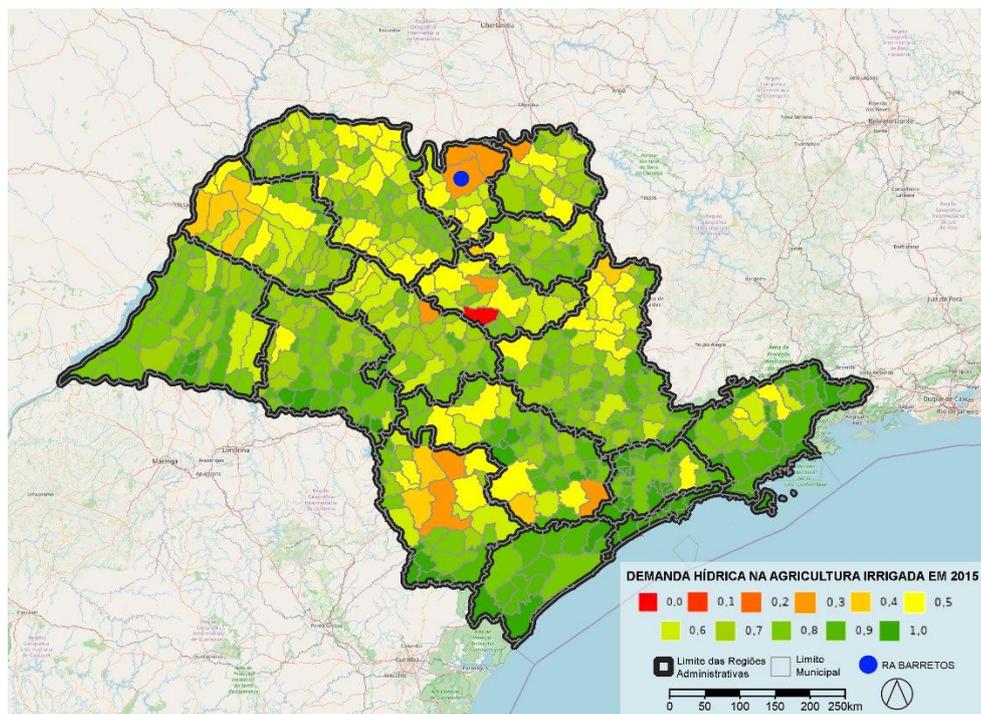


Figura 39 – Demanda hídrica na agricultura irrigada no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c, assinalando Barretos pela autora.

Os fatores de pressão críticos estão relacionados ao elevado uso de agrotóxicos — que provoca contaminação do sistema hídrico, do solo e, por consequência, dos alimentos — ao consumo excessivo e desperdício no setor de agrícola (Figura 39, acima), aos gastos com água e esgoto nas indústrias, comércios e serviços (Figura 40) e ao elevado número de visitantes (Figura 41), principalmente na cidade de Barretos, devido ao turismo sertanejo. O impacto do desperdício de água, principalmente nos setores econômicos, somados ao contínuo crescimento populacional, pode resultar, futuramente, de forma desfavorável no abastecimento público, na conservação da biodiversidade e na diminuição dos níveis dos Aquífero Bauru e Aquífero Guarani, sendo este último uma das principais reservas subterrâneas de água doce da América Latina (São Paulo, 2022b; 2022f).

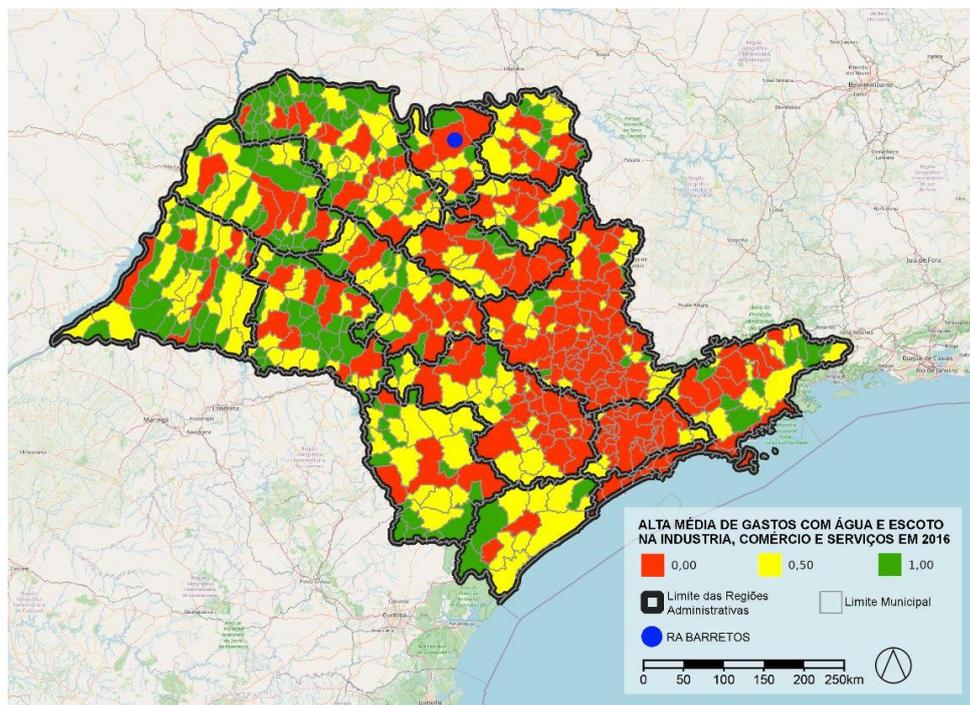


Figura 40 – Gastos com água e esgoto na indústria, comércio e serviço no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c, assinalando Barretos pela autora.

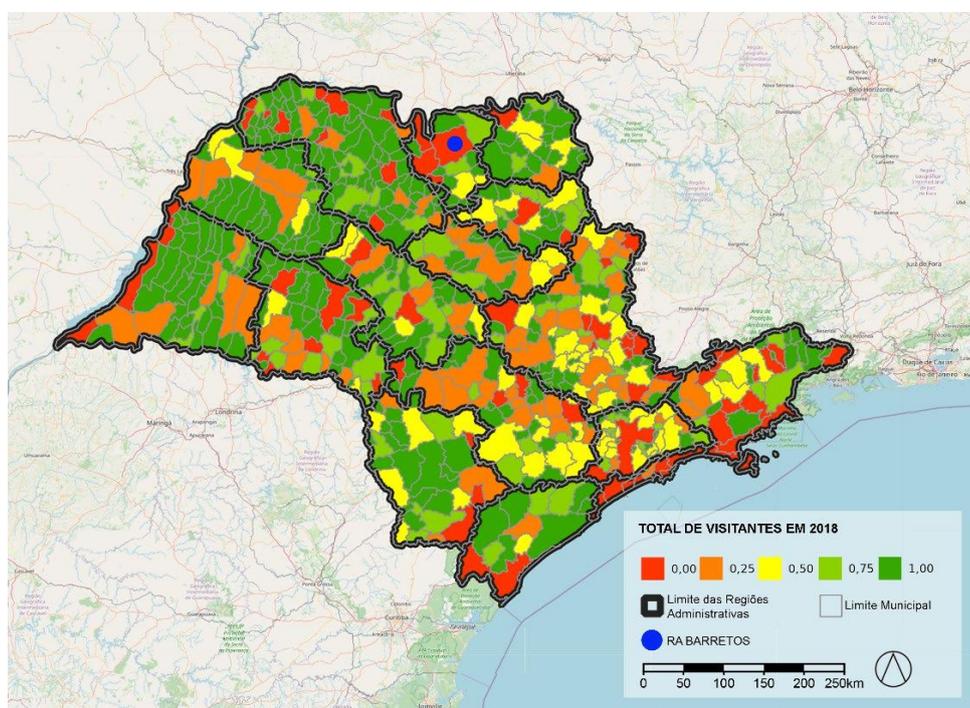


Figura 41 - Influência do elevado número de visitantes, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c., assinalando Barretos pela autora.

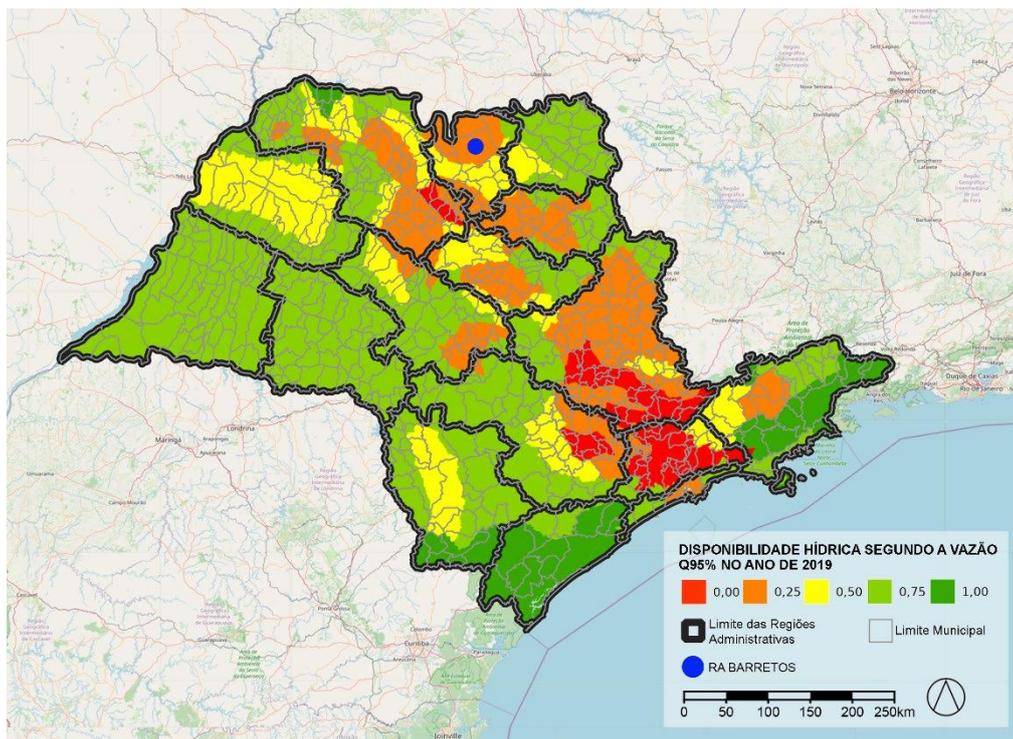


Figura 42 - Disponibilidade hídrica segundo a vazão Q95% no ano de 2019, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c, assinalando Barretos pela autora.

A diretriz de Segurança Hídrica (D2), por se referir à capacidade de manter a qualidade e quantidade de água, se relaciona diretamente com as diretrizes de Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) e Salvaguarda à Biodiversidade (D3). Os recursos hídricos são indispensáveis para a vida humana e ao ecossistema, sendo necessário ter cautela com a sua utilização. O fator de disponibilidade hídrica segundo a vazão Q95%¹⁰ no ano de 2018, analisado pela ótica da diretriz de Segurança Hídrica, apresenta uma situação atual favorável; no entanto, ponderado no ano de 2019 (Figura 42, acima), pela diretriz de Resiliência às Mudanças Climáticas, este exerce uma condição de pressão que exige uma resposta de alteração das atividades antrópicas e econômicas (São Paulo, 2022b).

A resposta para esta conjuntura seria atuar de forma eficiente na raiz do problema, estabelecendo processos de restauração e conservação de nascentes. Segundo o ZEE-SP e o RQA, a qualidade e quantidade de água aflorada precisam de atenção devido à baixa quantidade de áreas prioritárias para a recuperação de nascentes (Figura 43) e qualidade ruim das águas brutas para abastecimento da Bacia Baixo Pardo Grande,

¹⁰ A disponibilidade hídrica superficial de uma bacia é medida pela vazão mínima de sete dias com recorrência de 10 anos (Q7,10), ou pela vazão de 95% (Q95%) de permanência do tempo. Ambas as medidas são vazões mínimas para concessão de outorga de direito do uso da água. (Villas-Boas; Santos; Silva; Henriques; Ribeiro; Kenup; Medeiros; Azevedo; Oliveira, 2018).

UGRHI-12 (Gráfico 9). Intensificar a recuperação de nascentes beneficia diretamente as diretrizes de Segurança Hídrica (D2), Resiliência às Mudanças Climáticas (D1) e Salvaguarda à Biodiversidade (D3), tendo como consequência a conservação da biodiversidade e o bem-estar humano.

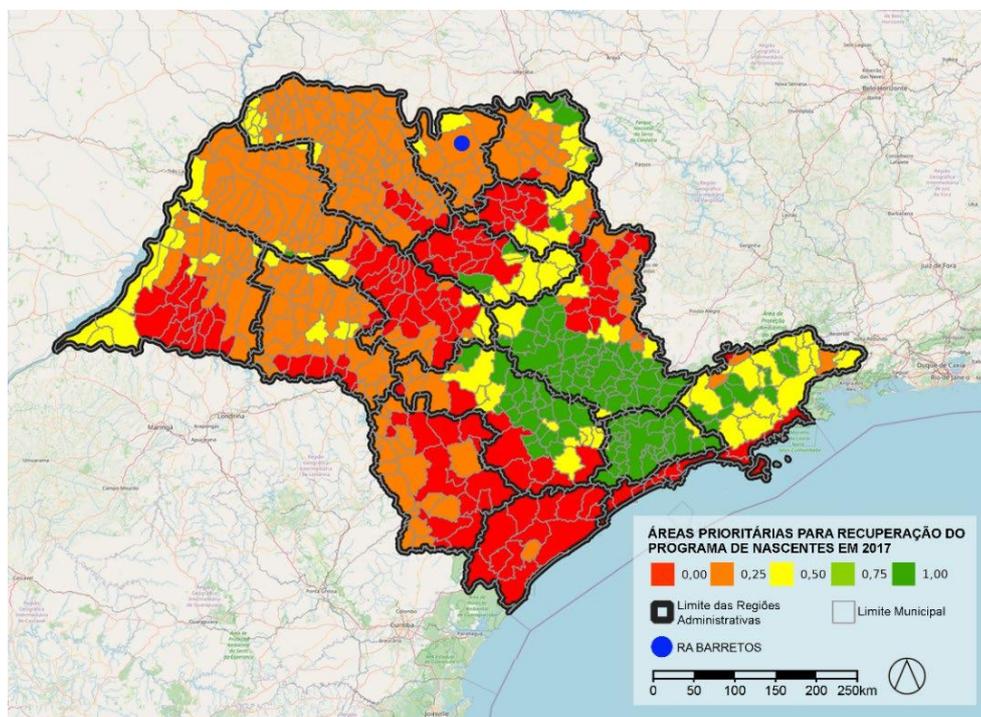


Figura 43 - Áreas prioritárias para recuperação de nascentes em 2017, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Segurança Hídrica. Fonte: São Paulo, s.d.c, assinalando Barretos pela autora.

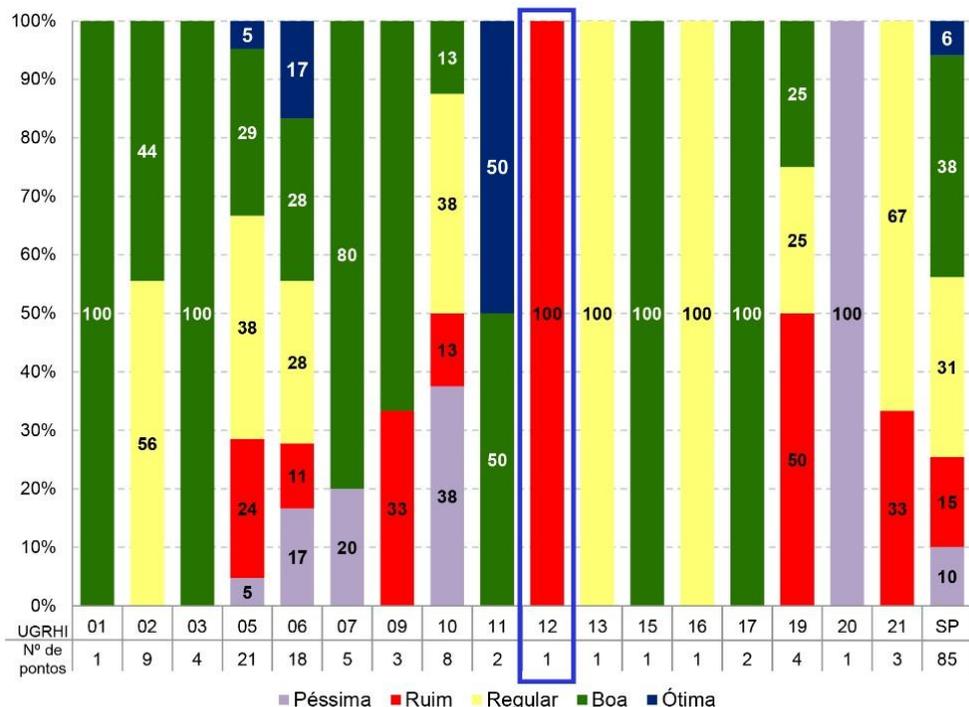


Gráfico 9 – Qualidade das águas brutas para abastecimento público sendo importante para a análise a Bacia Baixo Pardo Grande, UGRHI-12. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 137, trabalhada pela autora.

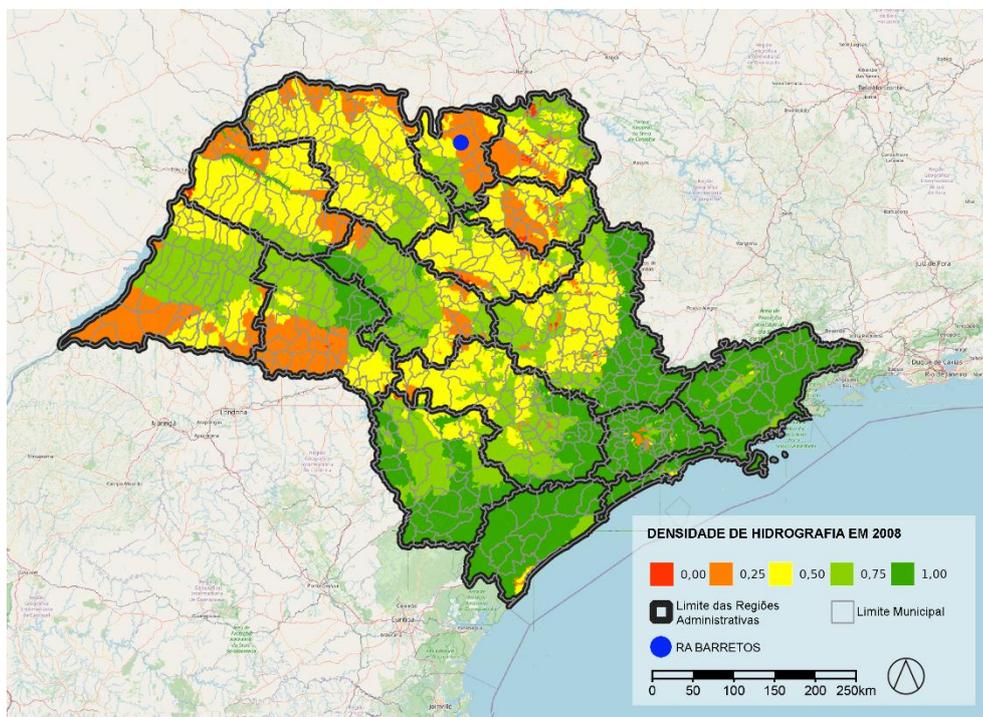


Figura 44 - Densidade de hidrografia em 2008, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d, assinalando Barretos pela autora.

A recuperação e conservação das nascentes favorece as possibilidades de abastecimento público, irrigação e recreação, reestabelece e assegura a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Na RA de Barretos a densidade de hidrografia (Figura 44, acima) está em estado de atenção, isto é, o número de rios e corpos d'água da bacia estão reduzindo.

O aumento de temperatura, somado à modificação dos perfis dos corpos d'água e o assoreamento dos rios interfere no ciclo natural da água e, conseqüentemente, altera o período de cheias e vazantes dos rios e suas minas d'água, ou seja, as nascentes. A RA de Barretos, assim como muitas regiões do Estado, apresenta níveis críticos relacionados à densidade das nascentes (Figura 45). Essa realidade tem relação direta com a densidade hidrográfica, visto que, se o número de nascentes reduzir, o mesmo ocorrerá com os corpos d'água da bacia, de modo que, no futuro, é possível que ambas as densidades, nascente e hidrográfica, estejam em estado de calamidade ambiental, acarretando também a perda da fauna e flora.

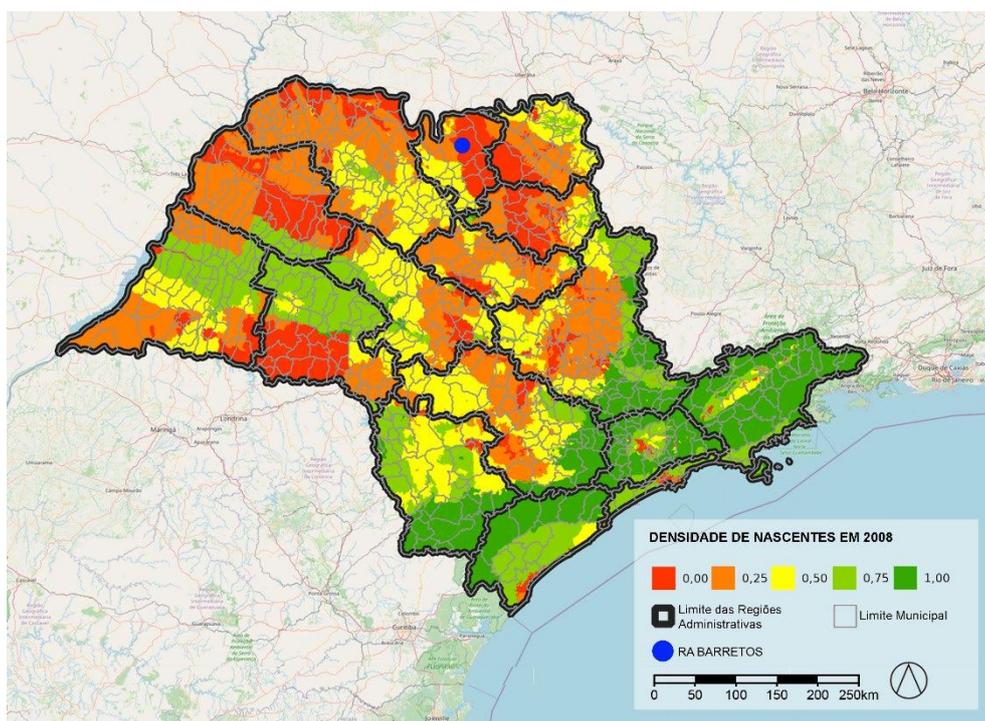


Figura 45 - Densidade de nascentes em 2008, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d, assinalando Barretos pela autora.

O Código Florestal (Brasil, 2012) alerta para a proteção diferenciada especialmente às nascentes e olhos d'água, em Áreas de Preservação Permanente (APP). As nascentes são afloramentos naturais do lençol freático, apresentam perenidade e iniciam um curso d'água. Os olhos d'água são afloramentos naturais do lençol freático, de

modo intermitente. É regulamentado, de forma legal, um raio mínimo de 50 metros no entorno desses corpos hídricos (Queiroz, 2022, p.49). A situação atual, nas nascentes do Córrego do Aleixo e afluentes, é contrária, devido ao crescimento das áreas de pastagens e à construção da malha urbana.

No Estado de São Paulo, os remanescentes de vegetação nativa constituem a proporção de 17,5%, sendo 16,6% relativos à Mata Atlântica e 0,9% ao Cerrado, o que corresponde, respectivamente, a 12% e 1% da cobertura original (Figura 46). A RA de Barretos se localiza no bioma do Cerrado Paulista, que está extinto em quase toda sua totalidade. A extinção de espécies animais e vegetais é causada pelo desequilíbrio ecossistêmico, que prejudica e usa de forma excessiva os recursos naturais, e deteriora o Patrimônio Ambiental.

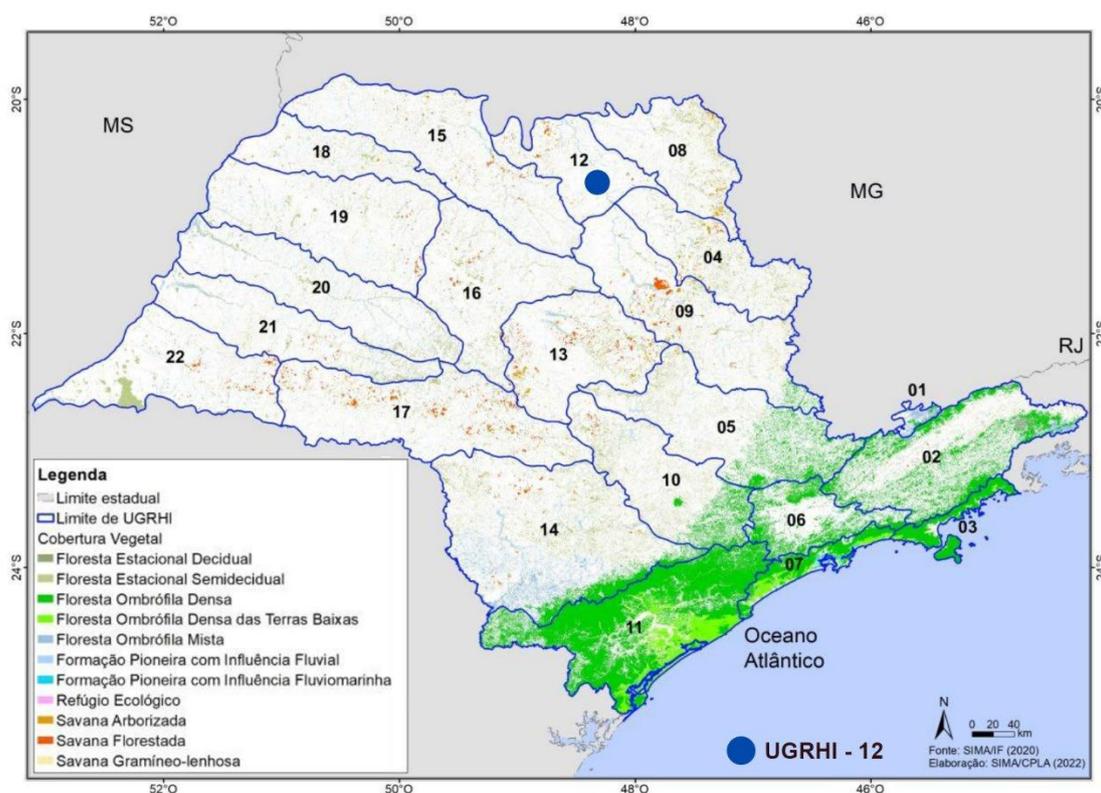


Figura 46 – Remanescentes de vegetação nativa da Mata Atlântica e do Cerrado no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 190, trabalhada pela autora.

O Plano Diretor de Barretos (Barretos, 2006) estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente que tem como princípios e objetivos: constituir o equilíbrio ambiental e ecológico; uso adequado dos sistemas naturais; recuperação dos recursos hídricos, matas ciliares e áreas degradadas; organização e utilização apropriada do solo urbano e rural; proteção dos ecossistemas, das Unidades de Conservação e da fauna e flora; plano de

manejo para implantação e consolidação da arborização urbana adequada; e promover incentivo a pesquisa orientada à qualidade ambiental. Estas diretrizes, se operassem como ações efetivas no território concederiam um espaço harmonioso e não permitiriam o estado de supressão dos sistemas naturais e da biodiversidade, que se encontra na região de Barretos conforme indicam os dados do ZEE-SP (São Paulo, 2022b) e RQA (São Paulo, 2022h).

A baixa quantidade de vegetação nativa prejudica a densidade de espécies de fauna e flora e a destruição do habitat natural das espécies, devido à exposição do solo ao sol. As ações humanas que ocasionam incêndios, pesca ilegal, desmatamento e uso de agrotóxicos prejudicam a conservação da biodiversidade em níveis críticos. Segundo o RQA (São Paulo, 2022h), a Bacia Baixo Pardo Grande (UGRH-12), à qual pertence a cidade de Barretos, apresenta alto índice de pesca de espécies que deveriam ser preservadas (Figura 47), infrações relacionadas à flora nativa (Figura 48) e apreensão ilegal de espécies. A extinção de determinadas espécies favorece o aumento de javalis — como é o caso da RA de Barretos — que, em grande quantidade, se tornam uma espécie invasora e predatória, por se alimentar de ovos de outros animais, destruir plantações, assorear rios e nascentes, e por transmitir doenças, que podem causar danos à saúde pública (São Paulo, 2022b; 2022f; SBPR São Paulo-Brasil, s.d.).

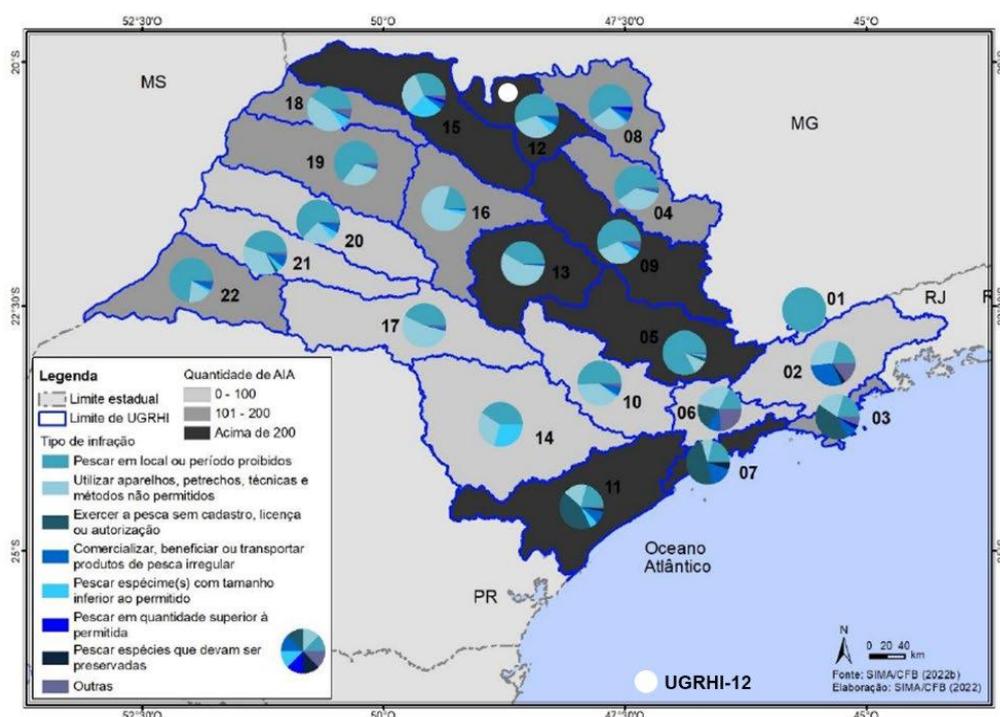


Figura 47 – Quantidade infração por pesca ilegal no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 249, trabalhada pela autora.

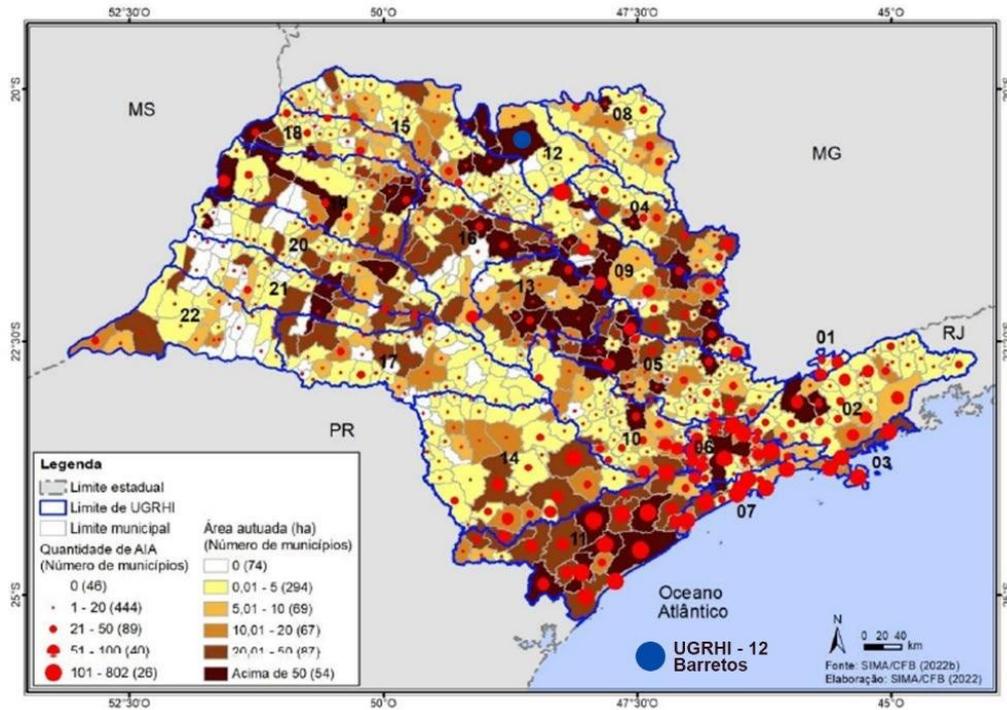


Figura 48 – Quantidade de infrações relacionais a fauna e flora no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo, 2022h, p. 242, trabalhada pela autora.

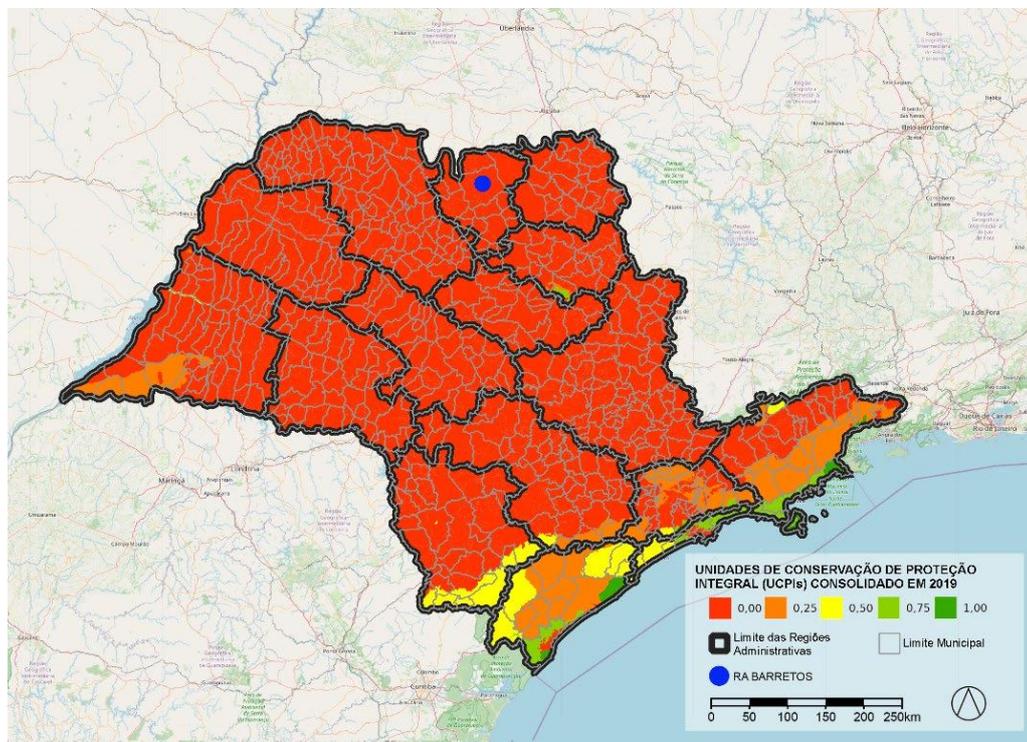


Figura 49 – Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPIs) consolidadas em 2019, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d, assinalando Barretos pela autora.

A falta de medidas de proteção, bem como a pouca presença de Unidades de Conservação (UCs), aumentam os níveis de criticidade para a Bacia Baixo Pardo Grande (UGRGI 12), para a RA de Barretos e, conseqüentemente, impactam os índices relacionados à diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade (D3). As Unidades de Conservação podem ser de Proteção Integral (Figura 49, acima) e de Uso Sustentável (Figura 50), sendo, a primeira, de preservação permanente e uso indiretos dos recursos naturais; a segunda visa conservar o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (Brasil, 2000).

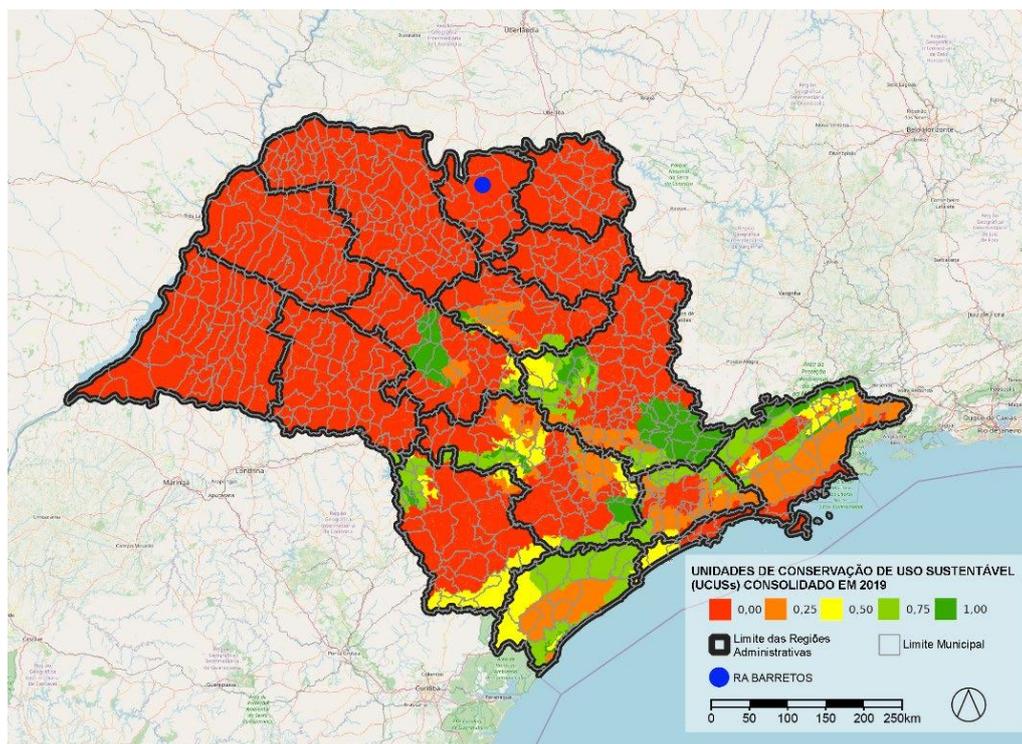


Figura 50 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUSs) consolidadas em 2019, no Estado de São Paulo, sob a ótica da Diretriz de Salvaguarda à Biodiversidade. Fonte: São Paulo, s.d.d, assinalando Barretos pela autora.

As duas situações apresentam o território de análise em desequilíbrio e tensão no que se refere à preservação dos ecossistemas, o que intensifica o aumento do número de incêndios, ameaça às nascentes dos rios e favorece a supressão da vegetação nativa. No cenário atual, o estabelecimento das Unidades de Conservação desempenha uma resposta para a preservação da biodiversidade, bem como vincular projetos de pesquisa e inovação relacionados a hidrografia, bem-estar animal e humano e relação da paisagem urbana-rural-natural (São Paulo, 2022b; 2022h), como pretende o presente estudo.

A análise integrada do ZEE-SP e o RQA evidenciam o estado de crise ecossistêmica ao qual a RA Barretos e Bacia Baixo Pardo Grande (UGRHI-12) estão submetidas,

umentando o desequilíbrio social e entre os seres vivos. O território analisado apresenta proximidade entre as paisagens urbanas e rurais, sendo que as últimas sofrem com a pressão do crescimento urbano e da economia agropecuária. O ecossistema se apresenta desprotegido no território, cujas causas apontam para o crescimento econômico na agropecuária e no turismo, em especial, no último caso, pela presença da Estância Turística no município de Barretos e das regiões turísticas nas cidades das Águas Sertanejas na Bacia Baixo Pardo Grande.

A etapa de Subsídios à Implementação do ZEE-SP (São Paulo, 2022b), que apresenta os treze temas de diretrizes aplicáveis com proposição ações que colaboram com a modificação dos cenários atuais, evidenciam a atividade agropecuária, as dinâmicas socioeconômicas, qualidade e quantidade de água e a biodiversidade, como os principais pontos a serem transformados por meio de políticas públicas ativas.

A consideração da atividade agropecuária aborda os problemas e o estabelecimento dos usos de agrotóxicos e a importância da diversificação da produção. As ações propostas para essa prática são: redução e eliminação progressiva do uso de agrotóxicos e fertilizantes; incentivo à transição de agricultura extrativista para a agricultura orgânica, familiar e agroecológica; fomento à implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs) com espécies nativas; desenvolvimento de culturas agrícolas adaptadas às condições dos solos, da água e do clima regional; incentivo ao uso e geração de energia de fontes renováveis; monitoramento climático na produção agropecuária; e incentivo a agregação de valor à cadeia produtiva (São Paulo, 2022g). A implementação desses atos na RA de Barretos poderia estabelecer uma relação branda e mais equilibrada entre a atividade agropecuária e os ecossistemas, bem como possibilitar o surgimento de novas demandas que incentivassem projetos de pesquisas.

As principais ações das dinâmicas socioeconômicas que inspirariam transformações no território, segundo o ZEE-SP (São Paulo, 2022h), estão relacionadas, principalmente, ao desenvolvimento de pesquisas. O fomento de parcerias entre as instituições de ensino superior, empresas e o poder público, para o desenvolvimento de programas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) estimulariam a integração e conexão entre setores públicos, privados e comunidades; capacitação de professores da rede pública; e qualificação de mão de obra. Potencializaria outras ações, como a promoção de mobilidade entre cidades para fins educacionais, culturais, trabalho e lazer (São Paulo, 2022g). A implantação dessas práticas, na RA de Barretos, precisaria estar

alinhada às ações relacionadas à biodiversidade e aos recursos hídricos, para serem harmoniosas com o ecossistema.

A questão de qualidade e quantidade de água está relacionada, na RA de Barretos, com as atividades turísticas e econômicas e com a densidade dos recursos hídricos. As ações referentes a esse tema variam em atos que priorizaram operações em áreas críticas quanto à conservação das nascentes e rios; fomentam pesquisas e medidas relacionadas a Soluções baseadas na Natureza (SbN); proteção e recuperação de áreas de mananciais e recarga do aquífero; sensibilização da população; monitoramento contínuo, incentivo ao reúso da água e aproveitamento das águas pluviais; e atividades turísticas ecológicas e menos invasivas (São Paulo, 2022g). A implementação dessas ações, na RA de Barretos, estabeleceria o uso racional da água, a preservação dos recursos hídricos, a garantia da oferta de água com quantidade e qualidade e permitiria a continuidade dos serviços ecossistêmicos.

Em relação à biodiversidade, são apontados os temas fauna e flora, Unidades de Conservação e Áreas Protegidas, fiscalização e gestão da biodiversidade. As ações para potencializar a restauração dos biomas e ecossistemas, segundo o ZEE-SP, são: projetos de conexão da paisagem com o manejo de fragmentos de vegetação nativa; recomposição das Áreas de Proteção Permanente (APPs); implantação de projetos de restauração ecológica; ampliação das áreas verdes permeáveis; ampliação as redes de conservação e fiscalização; e implantação de programas de comunicação e educação ambiental (São Paulo, 2022g). Essas práticas estabelecidas na RA de Barretos possibilitariam um território com maior área de vegetação nativa e conexão de *habitats*, proteção dos corpos hídricos, fauna e flora e educação ambiental contínua.

O atual cenário clama por modificação do modelo econômico extrativista e na forma de produzir cidade. Dispor de práticas que se fundamentam na conservação do ecossistema predica conectar as ações dos temas que imperam no território da RA de Barretos, de forma que se almeje um pacto harmonioso e equilibrado entre os meios urbano, rural e natural.

O Estado de São Paulo representa 2,9% do território nacional, comporta 21% da população brasileira e é responsável por 32,1% do PIB do país, dos quais 36% está relacionado a práticas industriais, 12% a atividades agropecuárias e 33,5% a serviços prestados. Esses arranjos, quando analisados sob a ótica no ZEE-SP e do RQA, evidenciam um território em crise socioambiental, uma vez que, para a intensificação da

economia, de investimentos e crescimento urbano e populacional, a biota e os recursos naturais foram danificados e explorados. Como resultado, o Estado apresenta somente 16,6% dos remanescentes do bioma da Mata Atlântica e 0,9% do Cerrado (São Paulo, 2018).

Os indicadores das diretrizes estratégicas do ZEE-SP — Resiliência as Mudanças Climáticas (D1); Segurança Hídrica (D2); Salvaguarda à Biodiversidade (D3); Economia Competitiva e Sustentável (D4); e Redução das Desigualdades Regionais (D5) — cenarizam um Estado com níveis de atenção e críticos para a conservação e preservação da biodiversidade, qualidade e quantidade de água, densidade dos recursos hídricos, e gasto e desperdício de água. Todos esses fatores influenciam na seguridade dos serviços ecossistêmicos e no bem-estar humano. Além da necessidade de conservar os biomas e garantir quantidade e qualidade de água, é preciso ter a compreensão que as consequências dos impactos ambientais causados pelas atividades antrópicas não se restringem a delimitações territoriais e zoneamentos municipais, tornando possível que um município tenha a capacidade de poluir, carregar dejetos e contribuir para a degeneração da biodiversidade de outro município.

O Rio Tietê e o Córrego do Aleixo são exemplaridades, de diferentes escalas, que ultrapassam os limites e zoneamentos municipais. A nascente do rio Tietê está localizada na cidade Salesópolis, SP, a 1.030 metros de altitude. Seu curso apresenta extensão de 1.100 km e percorre até a cidade de Itapura, em sua foz no rio Paraná, divisa com o Estado de Mato Grosso (CBH-Piracicaba/MG, 2013; Mendonça, s.d.; Souza, c2024).

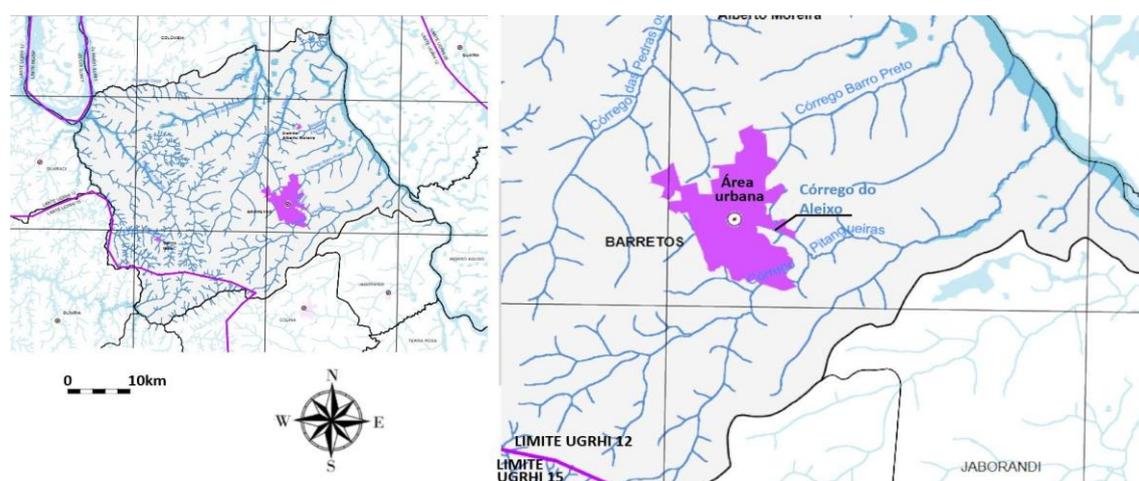


Figura 51 - Esquerda: Hidrografia do município de Barretos assinalando a área urbana. Direita: ampliação da área urbana e área rural envoltória, assinalado o Córrego do Aleixo. Fonte:

Barretos, 2018, p. 15, trabalhada pela autora.

O Córrego do Aleixo (Figura 51, acima) tem sua nascente em uma zona rural, na cidade de Barretos e corta, no sentido Leste-Oeste, a zona urbana, após a qual tem a continuidade de seu curso em zona rural, até desaguar no Ribeirão Pitangueiras. Sua extensão perfaz 9.750 metros, possui afluentes em áreas rurais e urbanas e em suas margens fluviais e sub-bacia dispõem de diferentes usos. O Ribeirão Pitangueiras, por sua vez, deságua no Rio Pardo, na divisa da cidade de Barretos com Guairá (Watanuki, 2012).

Mediante a sistematização do cenário atual do Estado de São Paulo, pelo ZEESP e pelo RQA, seria possível elencar cidades de todas as Regiões Administrativas para estudo de seus recursos hídricos e possível ensaio de renaturalização dos principais corpos hídricos do município. Dentro dos 645 municípios do Estado de São Paulo, Barretos foi o escolhido por ser uma cidade médio porte — com 122.485 habitantes, segundo o último censo de 2022 e área de 1.566,161km² (IBGE, c2023) —, apresentar fragilidades socioambientais e contemplar, em sua paisagem, de forma intensa e marcante, os meios urbanos e rurais — a densidade do município de Barretos é de apenas 78,21 habitantes por km². O município é constituído, em sua grande parte, por áreas rurais (Figura 52), mais do que urbanas, sendo que ambas proporcionam diferentes dinâmicas socioeconômicas e culturais no território e interferem no principal corpo hídrico da cidade, o Córrego do Aleixo. Apesar de condicionantes de Barretos atuarem como promotoras de fragilidades, por degradar o meio natural, o território ainda exhibe possibilidades de reverter o cenário atual.



Figura 52 - Esquerda: Imagem aérea do perímetro do município de Barretos. Direita: Imagem aérea do perímetro urbano de Barretos. Fonte: Google Earth. Imagem capturada em 26 mar. 2024.

A análise realizada aponta como principais fragilidades do território:

- (a) As práticas extrativistas da agropecuária e o número de visitantes, que ocorrem pela Festa do Peão, pelo turismo nas Águas Sertanejas e pacientes do Hospital do Amor.

A primeira impera no território pela falta de diversidade de culturas, uso de agrotóxicos, desperdício de água e desflorestação para ampliar a área de plantio. Nas demais, os gastos de água nos setores comerciais, turísticos e de serviços afeta a disponibilidade hídrica e o abastecimento público (São Paulo, 2022g).

(b) A presença das paisagens e das atividades urbanas e rurais conferem ao município de Barretos potencialidades territoriais que se estruturam, atualmente, como características do município. As dinâmicas do agronegócio, se planejado contrário à lógica extrativista, pode fortalecer a agricultura orgânica e familiar, a implantação de agroflorestas com espécies nativas e a diversificação dos cultivos, levando em consideração as condições de solo, água e clima. Essas práticas, se alinhadas aos programas de pesquisa e desenvolvimento, podem aumentar a produção e qualidade dos alimentos e agregar valor à cadeia produtiva (São Paulo, 2022g).

(c) A baixa densidade de nascentes e densidade hídrica e o mau estado da qualidade das águas brutas influencia no bem-estar humano e na conservação da biodiversidade. A relação da RA de Barretos com a biodiversidade é degradante, uma vez que apresenta níveis críticos relacionados à quantidade de Unidades de Conservação, à presença da vegetação nativa, a infrações referentes a fauna e flora; e a erosão do solo (São Paulo, 2022g).

(d) A erosão do solo e as áreas impermeáveis urbanas favorecem os desastres socioambientais, como os deslizamentos, alagamentos e inundações. A fomentação de estudos relacionados às Soluções baseadas na Natureza (SbN) pode estabelecer medidas de prevenção, redução e mitigação dos processos erosivos, das mudanças climáticas e melhoria na qualidade e quantidade de água subterrânea, por meio da maior quantidade de água infiltrada no solo (São Paulo, 2022g).

(e) Os programas de pesquisa e desenvolvimento vinculados com as escolas de nível técnico, Institutos Federais (IFs) e as instituições de ensino superior existentes — o Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB), a Faculdades Barretos e a Faculdade de Ciências da Saúde de Barretos Dr. Paulo Prata (FACISB) — têm a potencialidade de ampliar o número de pesquisas relacionadas à qualidade da água e do solo, a processos de plantio, renaturalização de corpos hídricos urbanos e rurais, requalificação urbana e bem-estar humano. Realizar discussões que conectem centros de pesquisa, poder público e comunidade é um recurso base para iniciar um pacto que articule, de forma equilibrada, os meios urbanos, rurais e naturais. Estes procedimentos podem reverberar em escolas de todos os níveis e engajar a população de um modo geral (São Paulo, 2022g).

Perdurar com as ações antrópicas em desequilíbrio, ocorrentes no território, pode acarretar consequências de difíceis soluções ou irreversíveis. O estabelecimento de políticas públicas efetivas, que estejam amarradas às necessidades, fragilidades e potencialidades do território possibilitam desdobramentos em programas e ações de forma vigorosa, para que de fato ocorram, como uma metamorfose, transformações socioambientais, econômicas e culturais, em direção a ambientes resilientes, saudáveis e biodiversos. O estudo de caso do Córrego do Aleixo, na cidade de Barretos, é uma oportunidade de refletir sobre a construção das cidades; nesse sentido, pode apontar para soluções sistêmicas e que inspirem, eventualmente, replicabilidade em territórios análogos, mediante a construção de metodologias, tipologias e pactos, em que os recursos naturais e a biodiversidade sejam preservados e potencializados, e que os sistemas de espaços livres possam constituir um arcabouço infraestrutural multiescalar reconstituindo condições para que a natureza floresça e faça parte, como um ser pulsante, da vida urbana e rural.

Capítulo 2

Soluções baseadas na Natureza: recursos de conciliação da cidade com a natureza

Os espaços livres se apresentam como importantes elementos de percepção da paisagem urbana e de vivência nas cidades. A urbanização baseada no uso do automóvel desvalorizou a natureza e permitiu que malha viária e os sistemas técnicos se sobrepusessem ao traçado das bacias hidrográficas, impactando o processo natural e o que pode ser denominado como infraestrutura verde e azul ou serviços ecossistêmicos (Marques, 2021) e, conseqüentemente, causando danos à biodiversidade e intensificando os efeitos das mudanças climáticas nas áreas urbanas, com prejuízos à saúde e bem-estar humanos.

Para aumentar a oferta de funções ecológicas, a inserção de elementos naturais no meio urbano, para além do “embelezamento”, devem ser considerados como importante infraestrutura sanitária, de drenagem, de conforto ambiental térmico e acústico e de restauração ecológica. Neste capítulo serão abordados recursos de conciliação da cidade com a natureza, mediante a essencialidade da preservação da vegetação, do ciclo hidrológico, da promoção e conservação de habitats e do bem-estar humano, bem como a análise de um projeto que contempla este conceito, com a proposição de tipologias e ferramentas, já bastante consolidadas a nível mundial, dentre as práticas que propõem esta conciliação, como um exemplo do que é conhecido como LID (Low Impact Development) (UACDC, 2010; Browning, 2021; EPA, 2023), que contemplam analogias com BMP (Best Management Practices) (Bigrents, 2022; EPA, 2023), SuDS (Sustainable Drainage Systems) (UKRI, c2023) ou WSUD (Water Sensitive Urban Design) (Water by Design, c2020; United Nations, s.d.).

As Soluções baseadas na Natureza (SbN) apresentam alternativas de enfrentamento dos territórios urbanos, rurais e naturais às mudanças climáticas, aos desafios sociais, desastres socioambientais e escassez de recursos naturais, por consolidar aspectos ecossistêmicos (IUCN, 2016; 2020; Marques; Franco, 2022). As SbN, como um leque que congrega abordagens diversas, abrangem recursos de reflorestamento, drenagem e sistema sanitário para a proteção, recuperação e criação de espaços de benefícios necessariamente mútuos à biodiversidade, ao ecossistema e aos

seres humanos, o que as caracteriza de outras práticas, pois se distingue de uma visão antropocêntrica (Luciani; Luz, 2022).

Dentre os sistemas compreendidos como SbN, este capítulo irá abordar o sistema de drenagem urbana, por meio do Desenvolvimento de Baixo Impacto (Low Impact Development - LID) e de recursos de reflorestamento para composição de Florestas Urbanas, por meio da restauração ecológica dos espaços urbanos e rurais, cujo escopo se volta mais diretamente aos propósitos desta pesquisa.

O LID pode ser considerado como uma gestão de águas pluviais com base ecológica, que favorece o processo biológico do ciclo da água, para manejo da precipitação através de uma rede de tratamento vegetado, *in situ*, evitando a condução das águas das chuvas (UACDC, 2016). Estes processos, alinhados com os sistemas de arborização urbana, que compõem desde a arborização de vias às Florestas Urbanas, de modo multiescalar e multifuncional, colabora para o aumento de umidade na atmosfera, valorização do ciclo da água, com entendimento de suas possibilidades de qualificação ambiental e recursos e redução de enchentes e deslizamentos.

Como exemplaridade das proposições das SbN e da aplicação das ferramentas LID, será abordado o estudo de caso da sub-bacia hidrográfica Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas. O projeto foi realizado pelo Community Design Center, da Fay Jones School of Architecture + Design da Universidade de Arkansas, em colaboração com o Department of Biological and Agricultural Engineering and Office for Sustainability. Os objetivos da eleição deste projeto se referem à análise crítica e investigação da metodologia adotada, por suas possíveis analogias a nosso estudo de caso. A metodologia abordada apresenta diagnóstico, setorização e caracterização das áreas de intervenção, plano estruturador das diretrizes e ensaios propositivos de cenários recorrentes no espaço urbano e rural (UACDC, 2016), como veremos neste capítulo.

O projeto da sub-bacia hidrográfica Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas, foi elencado para ser analisado como estudo análogo, tendo em consideração o pioneirismo teórico e de proposições práticas, que consideram os dispositivos LID, do University of Arkansas Community Design Center (UACDC, 2010) e pela abordagem metodológica e propositiva multiescalar, desde a amplitude regional até a local. Existem, evidentemente, estudos relevantes no Brasil relacionados à requalificação dos sistemas hídricos, entre os quais citamos, a título de exemplo: a análise de usos e propostas de gestão ambiental da microbacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme, em São Carlos/SP (Peres;

Figueiredo; Iared; Munhoz; Oliveira, 2018); os estudos do Grupo de Trabalho de Planejamento dos Parques Urbanos (GTPU), em São Carlos/SP (Peres; Schenck, 2021); e as transformações da paisagem e dos rios urbanos de Chapecó/SC (Facco; Oliveira Junior; Carasek; Cancelier; Conceição, 2021).

Potencializar a reinserção da natureza no meio urbano significa modificar a lógica da urbanização que trata com antagonismo a natureza, a cidade e as áreas periurbanas¹¹. Essa transformação permite a criação de novos vínculos da população e das comunidades com os espaços livres urbanos, potencialização e preservação e da biodiversidade e aumento dos benefícios ecossistêmicos.

2.1 Soluções baseadas na Natureza: conceitos, definições e estratégias

O crescente tráfego de veículos, poluição atmosférica, declínio dos espaços públicos, supressão dos meios naturais e esgotamento das infraestruturas fazem parte recorrente da atual paisagem da maioria das cidades. Neste cenário, a natureza é desconsiderada e desatendida, como se, de forma muito simplista, a natureza começasse onde a cidade termina. As manchas do meio natural estão localizadas, se tanto, nas zonas periféricas do município, quando não assobradas pelo favelamento pela urgência de moradia, ou como barreiras de um território a outro, de difícil transposição e estão sob pressão da insaciabilidade da cidade de apossar-se dessas áreas e também das zonas rurais, para que se tornem solo urbano e alvo de renda imobiliária (Bonzi, 2017; Pellegrino, 2000).

A visão segregacionista da natureza com o meio urbano é equivocada, porque essa deve ser parte como um importante sistema infraestrutural e biótico. O acelerado crescimento urbano, desmatamento ilimitado, uso de agrotóxicos nas áreas rurais e impermeabilização do solo para maior tráfego de veículos são alguns dos exemplos que inibem o processo natural dos necessários processos ecossistêmicos, como formação do solo, produção de oxigênio, regulação climática, regulação hídrica, habitat e ciclagem dos

¹¹ O caso de Barretos, cuja dimensão da área urbana é diminuta frente às áreas rurais, deixa evidente que a discussão dos processos naturais frente aos processos agrícolas e agropecuários predatórios é um tema urgente, embora não seja o escopo da presente pesquisa, o que de toda sorte tem afetado de forma extrema todo o país. Ver: PORTAL REGIÃO NEWS. *Região de Barretos registrou 420 propriedades afetadas com as queimadas no final de agosto*. 2 set. 2024. Disponível em: <<https://regiaonews.net.br/2022/2024/09/02/regiao-de-barretos-registrou-420-propriedades-afetadas-com-as-queimadas-no-final-de-agosto/>>. Acesso em: 14 set. 2024. Ver também: Verdello, A. Brasil concentra 71% das queimadas na América do Sul nas últimas 48 horas. *Agência Brasil*, 14 set. 2024. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-09/brasil-concentra-719-das-queimadas-na-america-do-sul-nas-ultimas-48h>>. Acesso em: 14 set. 2024.

nutrientes. Como resposta a atividades que desprezam o biofísico, a natureza se manifesta em forma das ilhas de calor, mudanças climáticas e “desastres naturais” relacionados aos deslizamentos, alagamentos e enchentes, por exemplo (Bonzi, 2017; Pellegrino, 2000; EMBRAPA, s.d.). Barretos, como cidade relativamente estável em termos de crescimento e espraiamento (IBGE, c2023)¹², não deixa de ter esta dimensão de aridez na área urbana, especialmente no que tange a parques, praças e arborização urbana, em uma perspectiva sistêmica.

As consequências do atual planejamento urbano ocorrem pela da sobreposição de duas tramas que constituem a paisagem: os cursos hídricos e os sistemas de espaços livres (SEL) e a malha urbana (Figura 53). A primeira, tributária das bacias hidrográficas, são unidades de planejamento (Carvalho, 2020; Miranda *et al.*, 2017; Domiciano *et al.*, 2022), caracterizadas por formas orgânicas pela modelagem da topografia, também compostas vegetação, por rios e lagos, que compreendem processos geobiofísicos. A segunda, é formada pela estrutura do sistema viário, bairros, quadras, lotes e edificações, constitui uma rede de fluxos e fixos concebidos como constitutivos, muitas vezes, do que se entende vulgarmente como cidade. À luz dos sistemas de espaços livres (Macedo *et al.*, 2018; Tardin, 2008), a sobreposição da malha urbana à bacia hidrográfica sem valorização do ciclo da água e dos processos naturais ocasiona distúrbios urbanos, relacionados, por exemplo, à drenagem e à qualidade socioambiental desses tecidos (UACDC, 2010).

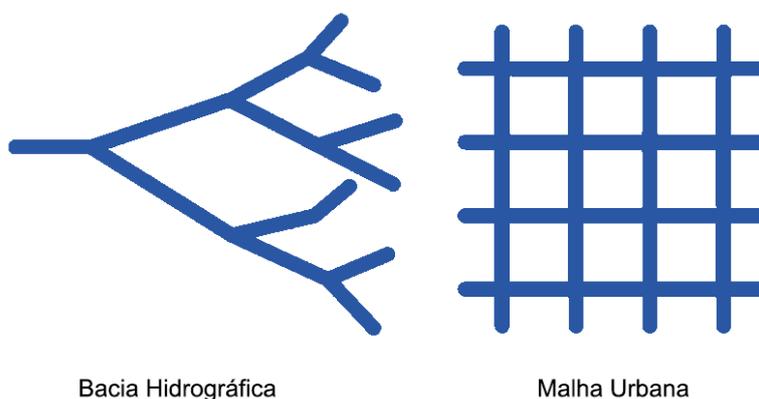


Figura 53 - Ilustração da trama da bacia hidrográfica e da malha urbana. Fonte: Adaptado do UACDC, 2016, p. 6.

¹² Barretos contempla, segundo o Censo de 2022 do IBGE (c2023), 122485 habitantes, correspondente a uma densidade de 78,21 pessoas/km², sendo que, em 2010, contava com a população de 112101 habitantes. Ver: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/barretos/panorama>>. Acesso em: 14 set. 2023.

A modulação dos rios e córregos fundada no do urbanismo sanitaria resultou na canalização, retificação e tamponamento de diversos cursos d'água (Anaptupa, 2021). Esta opção, em conjunto com as soluções de engenharia tradicional para drenagem, que consiste em uma rede de tubulações e área de retenção da água, conceituam a infraestrutura cinza (UACDC, 2010). A infraestrutura cinza pode ser definida como procedimentos técnicos predominantemente mecânicos de pavimentação, soluções sanitárias e de drenagem, que priorizam o sistema rodoviário e desconsideram os fluxos hidrológicos e biológicos naturais. Segundo Herzog e Rosa (2010):

A urbanização tradicional é baseada na infraestrutura cinza monofuncional, focada no automóvel: ruas visam a circulação de veículos; sistemas de esgotamento sanitário e drenagem objetivam se livrar da água e esgoto o mais rápido possível; telhados servem apenas para proteger edificações e estacionamentos asfaltados são destinados a parar carros. A infraestrutura cinza interfere e bloqueia as dinâmicas naturais, que além de ocasionar consequências como inundações e deslizamentos de terra, suprime áreas naturais alagadas/alagáveis e florestadas que prestam serviços ecológicos insubstituíveis em áreas urbanas [...] (Herzog; Rosa, 2010 p.94).

Conforme salientam Macedo *et al.* (2012):

Com certeza os fatos mais importantes das duas últimas décadas são o aumento exponencial e constante da frota de veículos automotores, a ampliação das redes de estradas e a adaptação cada vez maior das redes viárias urbanas ao automóvel, ao ônibus e ao caminhão, com os inerentes conflitos criados.

Nota-se o crescimento da demanda pela arborização e pela inserção da vegetação na cidade, ao mesmo tempo em que se percebe que nem nos bairros de alta renda ela é privilegiada. Mesmo a introdução na legislação, na década de 1990, da figura da APP5 urbana pouco melhorou este estado de coisas, criando estoques de terras públicas, que um dia, talvez, serão tratadas e utilizadas pela população. A arborização de rua, assim como a vegetação de porte, como matas, bosques, etc., são elementos estruturadores da forma e da paisagem urbana do mesmo modo que as construções e o suporte físico, mas tal fato não é considerado importante no cotidiano urbano.

Por outro lado, sua existência como elemento de conservação de dinâmicas ecológicas é apregoada por ambientalistas, sendo inegável a importância na constituição de microclimas nas áreas de drenagem urbana de um país tropical como o Brasil. (Macedo *et al.*, p. 143)

Como reflete Tardin (2008) a partir de uma revisão de literatura:

Os espaços livres têm grandes probabilidades de transformação no processo de construção da paisagem. Conformam o componente mais flexível da estrutura do território, seja funcional ou espacialmente. São também os lugares mais frágeis e um dos mais promissores tendo em conta a possibilidade de reestruturação do território, já que podem assumir algumas importantes funções, por exemplo, como lugar dos ecossistemas, da percepção da paisagem e como possível lugar para o futuro da ocupação urbana.

Como lugar da natureza, os espaços livres reúnem elementos biofísicos responsáveis pela qualidade ecológica do território, através das relações que estabelecem entre os seres vivos e seu meio inorgânico [...]

Neste sentido, os elementos biofísicos materializam o resultado, positivo ou negativo, das causas e das consequências entre os processos naturais e artificiais que se desenvolvem em um local, o que pode envolver a vegetação, a água, a estrutura do solo, o clima, etc.

Como lugar da percepção da paisagem, o espaço livre é a parte visível do território, que permite estabelecer relações entre os elementos territoriais e construir uma imagem do lugar, através da possibilidade de reconhecimento e preservação de suas características específicas e, conseqüentemente, de sua qualidade visual. As características de uma paisagem lhe conferem um caráter especial, que varia de sítio para sítio, e podem ser identificadas com base em seus componentes formais, provenientes tanto da natureza como da artificialização [...] (Tardin, 2008, p. 44-45)

Embora haja uma forte corrente de renaturalização das cidades (Zevenbergen; Fu; Pathirana, 2018; Baro, 2022), o que, na urbanização moderna podemos afirmar que remonta a Olmstead (Schenk, 2008) a predominância da paisagem urbana atual se apropria de forma ilimitada do ambiente rural e natural para que estes sejam incorporados como conjuntura urbana (Bonzi, 2017); a cada ocorrência de desastre socioambiental, essa

paisagem vocífera por uma transformação de cenário. Quando os ecossistemas são atuantes nos territórios urbanos, os meios naturais se incorporam à paisagem, de maneira que estes não sejam apenas “embelezamento urbano”, mas infraestruturas em espaços livres, que possibilitam uma paisagem com maiores funções ecológicas e hidrológicas, e de conexão da comunidade com a natureza (Cormier, Pellegrino, 2008).

Para Marques, seria imperativo considerar a articulação de sistemas cinzas e verdes, dadas as circunstâncias atuais da urbanização, a saber:

Apesar de normalmente estar associada como antítese às infraestruturas cinzas, ou tradicionais, de drenagem, mobilidade, energia etc., no meio urbano as estratégias de IEV não as exclui (AHERN, 2007) e a integração verde-cinza passa a ser especialmente relevante a esta escala de abordagem. Isso ocorre porque a cidade consolidada já não permite a retomada completa de todos os processos e dinâmicas naturais, existentes antes do assentamento humano, e deve agregar uma quantidade de atividades e usos do solo, que já não possuem área suficiente para serem segregadas, tendendo à disputa por Espaços Abertos bastante limitados. (Marques, 2020, p. 40)

Nesse sentido, perante as especificidades de cada caso, seria necessário dispor de estratégias de implementação e reinserção dos processos naturais nos espaços livres urbanos, de maneira que essas estratégias conduzam a processos articuladores entre as diferentes circunstâncias conflituosas e antagônicas que se apresentam no território, como nas relações urbano-rural, formal-informal, solo-água, social-natural e público-privado (Pellegrino, 2000).

Para essa conexão ser resistente, predica-se que a natureza seja parte do cotidiano das comunidades, para que compreendam a importância de preservar e conservar a biodiversidade e a relevância das características ecossistêmicas para a vida humana, animal e vegetal (Riley, 1998; 2016; Cypriano, Luz, 2022).

Apresentamos, neste subcapítulo uma síntese, a partir de referências que serão citadas no transcorrer do texto, bem como abordagens de diversas organizações institucionalizadas, que discutiram o desenvolvimento da conceituação geral, definições propostas e estratégias compreendidas nas Soluções baseadas na Natureza, incluindo a proposição de indicadores para sua aferição.

Mediante o imperativo de proteger a biodiversidade e adaptar e mitigar as mudanças climáticas, no ano 2008, em uma publicação realizada pelo Banco Mundial denominada “Biodiversidade, Mudanças Climáticas e Adaptação: Soluções Baseadas na Natureza”, o conceito de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) foi mencionado pela primeira vez, compreendendo uma busca por soluções que protegessem a biodiversidade e aperfeiçoassem os meios de subsistência sustentáveis (Marques; Rizzi; Ferraz; Herzog, 2021).

Desde sua primeira conceitualização, a sua definição foi abordada em diversas reuniões, acordos, programas e planos urbanos, para melhor concretização do conceito, como por exemplo: na Convenção das Mudanças Climáticas das Nações Unidas – COP 15, em 2009; nas Consultas e Diálogos da União Europeia, em 2013; no Acordo de Paris – COP 21, em 2015; no Congresso da União Internacional para Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature – IUCN), em 2016; na Reunião dos Ministros do Meio Ambiente do G7, em 2018; no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, em 2018; no Acordo Verde Europeu, em 2019; na Aliança Bioconexão, em 2020 — aliança formada por organizações sem fins lucrativos que iniciaram a atuação das SbN no Brasil; e no Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, na Província de Lima, 2021-2030, início de utilização do termo no Peru (Marques; Rizzi; Ferraz; Herzog, 2021).

Durante o desenvolvimento e aprimoramento do conceito de SbN, foram diferentes definições, sendo que em todas encontra-se o eixo estruturante que é a abordagem de soluções sistêmicas com benefícios mútuos humanos e ecossistêmicos. Dentre as definições propostas para as SbN, em 2015, a Comissão Europeia (CE) apresentou as SbN como:

Soluções que são inspiradas e apoiadas pela natureza, que são custo-eficazes, proporcionam simultaneamente benefícios ambientais, sociais e econômicos e ajudam a construir resiliência; tais soluções trazem cada vez mais elementos e processos naturais e natureza para as cidades, paisagens terrestres e marítimas, através de intervenções localmente adaptadas, eficientes em termos de recursos e sistêmicas. (CE, 2015 *apud* Luciani; Luz, 2022, p. 201)

O conceito abordado pela CE contempla variação de escala de atuação, em amplo espectro territorial, como recurso de renaturalização de resiliência., A definição da IUNC, de 2016, propõe que:

Ações para proteger, gerir de modo sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordem desafios sociais de forma eficaz e adaptativa proporcionando, simultaneamente, bem-estar humano e benefícios à biodiversidade. (IUCN, 2016, p. 1 apud Luciani; Luz, 2022, p. 200)

Articulada com os conceitos e com as ações propostas da CE, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), em 2018, no “Relatório sobre Soluções baseadas na Natureza Programa Mundial das Nações Unidas de Avaliação dos Recursos Hídricos”, descreve que a segurança hídrica não será alcançada pelos meios convencionais e que as SbN contribuem para melhor gestão da água, podendo ser aplicadas em pequena escala, com em um banheiro seco, e na escala paisagem (WWAP, ONU-AGUA, 2018, p 1-2). Neste contexto, a definição proposta pela UNESCO para as SbN é:

As Soluções baseadas na Natureza (SbN) são inspiradas e apoiadas pela natureza e utilizam ou imitam processos naturais para contribuir para a gestão melhorada da água. Uma Solução baseada na Natureza pode implicar na conservação ou reabilitação dos ecossistemas naturais e/ou melhora ou criação de processos naturais em ecossistemas modificados ou artificiais. Podem se aplicar na microescala (por exemplo, um banheiro seco) ou na macroescala (por exemplo, a paisagem). (UNESCO, 2018, p. 1 apud Luciani; Luz, 2022, p. 208)

A definição da UNESCO compreende, assim, ações multiescalares e enfatizam a mimese ou apoio de processos naturais, aplicáveis em processos naturais ou artificiais, para conservação, reabilitação, com enfoque para boas práticas na gestão da água.

Luciani e Luz (2022) pontuam a mais recente definição proposta pela Organização das Nações Unidas, durante a 5ª Sessão da Assembleia das Nações Unidas do Meio Ambiente (Fifth United Nations Environment Assembly – UNEA-5), que preconizaram sua adoção mediante acordos multilaterais por sua importância central com respeito às mudanças climáticas e seus efeitos sociais, econômicos e ambientais. Esta definição de SbN as conceitua como:

Ações para proteger, conservar, restaurar, utilizar e gerir, de modo sustentável, ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e marinhos, naturais ou modificados, que abordem desafios sociais, econômicos e ambientais, de forma eficaz e adaptativa, ao mesmo tempo que proporcionem bem-estar humano, serviços ecossistêmicos, resiliência e benefícios à biodiversidade. (Nature-based Solutions Initiative, 2022 apud Luciani; Luz, 2022, p. 214)

Esta definição nos parece abarcar a complexidade das SbN no âmbito de suas funções e desafios a enfrentar, amplitude de escalas, espectro de paisagens naturais, modificadas e artificiais e, especificamente, da constante em predicar a necessários benefícios humanos e ecossistêmicos.

A conceituação da IUCN compreende as SbN na escala da paisagem, não obstante estrutura o objetivo principal das SbN, que é garantir o bem-estar humano, refletindo os valores culturais e sociais, fortalecer a restauração, conservação e resiliência dos ecossistemas e intensificar o fornecimento de seus serviços, tonando possível, a partir de abordagens ecossistêmicas, enfrentar os principais desafios sociais (Figura 54). Estes desafios são definidos como (Luciani; Luz, 2022, p. 201-202; Cohen-Shacham *et al.*, 2016, p.12-16):

- Segurança Hídrica: a água apresenta grande valor para a biodiversidade, para o bem-estar e saúde humanos, segurança energética, para a economia, indústria, e crescimento das cidades. O grande consumo, as secas e poluição dos cursos d'água ocasionou que 60% da população mundial estejam em estresse hídrico, sendo fundamental a gestão integrada dos recursos hídricos;
- Segurança Alimentar: no cenário atual, mais de 75 milhões de pessoas estão estimados como subnutridos, em países em desenvolvimento. Com os eventos extremos, os sistemas de produção de alimentos deverão ser adaptados às mudanças climáticas, e assumir uma abordagem de sistemas de produção de alimentos sustentáveis;
- Saúde Humana: diversos estudos apontam que o bem-estar humano está diretamente relacionado à conexão com áreas verdes. Preservar o ambiente natural — clima e biodiversidade — é determinante para a saúde humana, em razão das melhorias em qualidade ambiental, como regulação térmica e redução de ruídos;
- Riscos de Desastres: os “desastres naturais” são capazes de transformar uma comunidade, se esta não estiver preparada ou for capaz de lidar com os impactos ocasionados. A presença da natureza e de seus SE podem reduzir a exposição aos desastres, como também os neutralizar ou extinguir;

- **Mudanças Climáticas:** o gerenciamento adequado dos ecossistemas pode colaborar para adaptação e mitigação perante as mudanças climáticas, de acordo com sua preservação e conservação. Tanto os sistemas naturais como os modificados são eficazes para combates as mudanças climáticas por atuarem na absorção de CO₂ (dióxido de carbono);
- **Desenvolvimento Social e Econômico:** as dinâmicas socioeconômicas atuais tendem a desconsiderar os meios naturais e investem em processos tecnológicos que degradam o meio ambiente, cujas consequências são antagônicas à preservação e conservação da biodiversidade e dos ecossistemas e, conseqüentemente, prejudiciais ao bem-estar humano.



Figura 54 - Diagrama dos desafios sociais e abordagens baseadas em ecossistêmicas — como características das SbN. Fonte: Cohen-Shacham *et al.*, 2016, p. 11.

A IUCN estabeleceu abordagens baseadas nos ecossistemas a serem aplicadas como respostas aos desafios sociais apresentados. Estas abordagens foram sistematizadas em cinco categorias: Restauração, Tema-específico, Infraestrutura, Gestão e Proteção. Como um conceito guarda-chuva, cada categoria apresenta uma amplitude de

temas e abarca conceitos estratégicos como (Luciani; Luz, 2022, p. 202-203; Cohen-Shacham et al.,2016, p.17-24) (Figura 55):

- Restauração Ecológica (RE): processo de restauração e recuperação de ecossistemas e conservação das espécies e *habitats*. Como exemplo de RE, estão a restauração de bacias hidrográficas poluídas e restauração de florestas degradadas pela mineração;
- Engenharia Ecológica (EE): articulação dos conhecimentos da engenharia e ecologia para restauração de ecossistemas em diversas escalas, como, por exemplo: introdução de espécies vegetais para a restauração de pântanos e o uso de espécies que capturam sedimentos para proteção de áreas costeiras arenosas;
- Restauração de Paisagens Florestais (RPF): processo de recuperação de áreas desmatadas e degradadas, com pretensão de recuperar a integridade ecológica e melhorar o bem-estar humano. A implementação pode apresentar diferentes graus de intervenção humana, como plantio de árvores, até o processo natural de sucessão florestal;
- Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE): gestão, conservação e restauração dos ecossistemas, como estratégia de adaptação das comunidades às mudanças climáticas, sem perder as características socioeconômicos e culturais. Como exemplo, podem ser realizadas renaturalização de rios com o intuito de atenuar inundações e recuperação de florestas com espécies tolerantes ao clima e de fácil adaptação às alterações climáticas;
- Mitigação baseada em Ecossistemas (MbE): abordagens que intencionam garantir a funcionalidade dos ecossistemas, saúde humana e segurança socioeconômica, a partir da redução de gases do efeito estufa. Como soluções exemplares, estão o reflorestamento e a restauração de ecossistemas, e a restauração de áreas e ecossistemas costeiros;
- Serviços de Adaptação ao Clima (SAC): serviços complementares aos de adaptação e mitigação, por se concentrarem em questões ecológicas e em mecanismos e características que permitem os ecossistemas se adaptarem às mudanças climáticas;
- Redução de Riscos e Desastres baseados em Ecossistemas (Eco-RRD): ênfase na importância dos ecossistemas e de seus serviços na redução e contenção de riscos de desastres. Concentra-se em minimizar os impactos e melhorar a capacidade das pessoas em gerir os perigos dos desastres e se recuperar dos efeitos, como terremotos, inundações, ciclones e tsunamis. Exemplos de soluções estão relacionados com uso de áreas protegidas para reduzir o risco de desastres em zonas costeiras e restauração de pântanos, para proteção contra furações e inundações;

- Infraestrutura Verde (IV): planejamento das infraestruturas não convencionais de arborização e de sistemas sanitários e drenagem, que contribuem ao fomento dos serviços ecossistêmicos e intensificam as funções ecológicas e hidrológicas. Exemplos são jardins de chuva, biovaletas e canteiros pluviais (Cormier; Pellegrino, 2008);
- Infraestrutura Natural (IN): restauração da estrutura e função dos ecossistemas, para que estes sejam capazes de fornecer serviços ecossistêmicos;
- Gestão Integrada de Áreas Costeiras: soluções de gestão dos ecossistemas em áreas costeiras e marinhas;
- Gestão Integrada dos Recursos Hídricos: gestão dos recursos hídricos de forma integrada para melhorar o bem-estar social e econômico (Silva; Matthiensen; Brito; Lima; Carvalho, 2018);
- Áreas Protegidas e Outras Medidas Efetivas de Conservação baseada em Áreas (OMEC): identificação, reconhecimento e conservação, realizadas por diferentes atores, como comunidades locais, povos indígenas e tradicionais, e setores públicos e privados (Gatti, 2020).

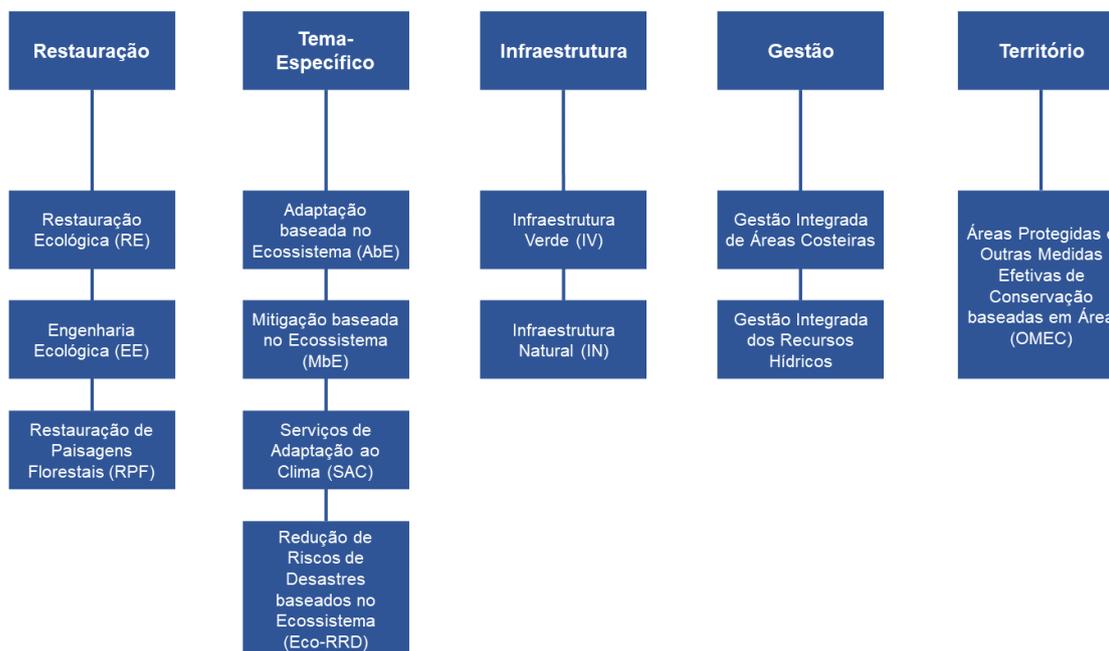


Figura 55 - Conceito guarda-chuva com categorias e conceitos estratégicos das SbN fundamentados pela IUCN. Fonte: Autoral, baseada em Marques; Rizzi; Ferraz; Herzog, 2021, p.

22.

Assim como a IUCN, a CE também abarca a noção de conceito guarda-chuva para as SbN (Figura 56), propondo, a partir de estudos do Grupo Horizon 2020 (Horizon 2020

Expert Group on 'Nature-based Solutions and Re-Naturing Cities') (EC, 2015), quatro categorias, com nomeações distintas, cujos conceitos estratégicos tendem para o mesmo objetivo, de proteção e conservação da biodiversidade e ecossistemas, bem como o bem-estar humano.

As categorias e os conceitos estratégicos da CE são (Luciani; Luz, 2022, p. 202-203; Marques; Rizzi; Ferraz; Herzog, 2021, p. 22):

- Dimensão Estratégica: Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), Redução de riscos de desastre baseada em Ecossistemas (Eco-RRD);
- Dimensão de Planejamento Espacial: Infraestrutura Verde (IV), Infraestrutura Azul (IA), Infraestrutura Verde-Azul (IVA);
- Dimensão de Engenharia Leve: Sistemas de drenagem urbana sustentável (SuDS), Engenharia Ecológica (EE), Melhores práticas de manejo (BMP);
- Dimensão de Desempenho: Serviços Ecossistêmicos (SE).



Figura 56 – Conceito guarda-chuva com categorias e conceitos estratégicos para as SbN, fundamentados pela CE. Fonte: Autoral, baseada em Marques; Rizzi; Ferraz; Herzog, 2021, p. 22.

As SbN direcionam as cidades ao caminho da resiliência mediante ações de múltiplos benefícios, de participação de diferentes atores sociais, integração das esferas socioambientais, culturais e conexão com as comunidades locais. Em 2014, a partir de consulta pública, a CE estabeleceu, às SbN, quatro metas a serem consideradas por meio de ações de pesquisa e inovação. As metas são: Aprimorar a urbanização sustentável;

Restaurar ecossistemas degradados; Desenvolver adaptação e mitigação a mudanças climáticas; e Melhorar a gestão de riscos e a resiliência. Todas as metas propõem “ações inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza” para regeneração e bem-estar de áreas urbanas, resiliência em zonas costeiras, gestão multifuncional e segurança das bacias hidrográficas e dos ecossistemas, uso sustentável de matéria e energia, e sequestro de carbono (Luciani; Luz, 2022, p. 204-205) (Figura 57).

AGENDA DE PESQUISA & INOVAÇÃO EM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E RENATURALIZAÇÃO DAS CIDADES	
METAS	AÇÕES DE PESQUISA & INOVAÇÃO
Aprimorar a urbanização sustentável	 Regeneração urbana através de Soluções baseadas na Natureza
	 Soluções baseadas na Natureza para aprimorar o bem-estar em áreas urbanas
Restaurar ecossistemas degradados	 Estabelecer Soluções baseadas na Natureza para resiliência costeira
	 Gestão multifuncional baseada na Natureza de bacias hidrográficas e restauração de ecossistemas
Desenvolver adaptação e mitigação a mudanças climáticas	 Soluções baseadas na Natureza para aprimorar para ampliar o uso sustentável de matéria e energia
	 Soluções baseadas na Natureza para aumentar a segurança dos ecossistemas
Melhorar a gestão de riscos e a resiliência	 Aumentar o sequestro de carbono através de Soluções baseadas na Natureza

Figura 57 - Metas e Ações de Pesquisa e Inovação propostas pela Comissão Europeia para as SbN. Fonte: Luciani; Luz, 2022, p. 204-205, a partir de CE, 2015, p. 7.

As ações de inovação e pesquisa foram previstas pressupondo a reconexão dos cidadãos com a natureza e de soluções de benefícios mútuos, que abarquem regulação e qualidade do ar, regulação climática, regulação do fluxo das águas, regulação de erosão, purificação das águas e tratamento de afluentes, regulação de enfermidades, regulação de pragas, polinização, gestão sonora e saúde humana. Neste contexto, os benefícios

relacionados aos recursos hídricos são apontados como dependentes da qualidade e quantidade de água nas nascentes e corpos hídricos; qualidade do solo e modificação dos ecossistemas; escassez de água; abastecimento hídrico por meio das águas subterrâneas; uso excessivo de agrotóxicos nos plantios; e episódios de desastres socioambientais advindos dos eventos climáticos extremos (Luciani; Luz, 2022, p. 206-208).

Como salientam Luciani e Luz (2022), para colaborar com a elaboração de políticas públicas que implementassem as SbN, bem como sua continuidade, em 2019 o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) concebeu um guia com sete etapas com ações-chave para aumentar a contribuição das SbN a nível nacional (Desantis *et al.*; PNUD, 2019, p. 6-18).

- Etapa 1 – Estabelecer uma compreensão do contexto nacional de contabilidade de gases do efeito estufa: o entendimento do contexto atual e as principais fontes das emissões de gases do efeito estufa e a leitura de relatórios referentes ao tema possibilita uma base de dados que ancore a mitigação dos países. As ações-chaves são: reunir dos relatórios e dados oficiais; coletar todos os estudos relevantes aos GEE realizados no país; e revisar essas informações para estimar o perfil existente de emissões associadas às Contribuições a Nível Nacional (NDC).
- Etapa 2 – Identificar e revisar ações existentes baseadas na natureza nos quadros jurídicos e institucionais nacionais: esta etapa incentiva a formulação de políticas que se relacionem com ações das SbN, para fortalecer as ações nos países que já apresentam SbN em sua NDC e a criação e incentivo aos países que estão disponíveis a revisar as NDC. As ações-chave são: identificar ações baseadas na natureza em políticas, leis e regulamentos existentes; coordenar com instituições que são responsáveis para a implementação das NDC; e mapear a relação entre os vários instrumentos e as potenciais fontes de financiamento disponíveis para sua implementação.
- Etapa 3 – Identificar e revisar ações baseadas na natureza nas NDC atuais: a etapa visa revisar as ações nas NDC dos países que apresentam as SbN como proposta aos tópicos de adaptação e mitigação, bem como nos países que estão reformulando as NDC, para incluir as ações baseadas na natureza. As ações-chave são: identificar as ações e/ou objetivos atuais das SbN nas NDC existentes; identificar ações mensuráveis de SbN; e compreender os dados e as suposições subjacentes usados para incluir ações tipo SbN e objetivos nas NDC.
- Etapa 4 – Desenvolver uma análise rápida para estimar o potencial de mitigação de adaptação às mudanças climáticas das ações existentes baseadas na natureza: essa etapa é complementar às anteriores, pois requer a base de dados e a estruturação dos

NDC, para quantificar e indicar os diversos caminhos que o país pode seguir com a implementação de SbN, sendo considerados o impacto nas mudanças climáticas, custo da intervenção e potenciais riscos. As ações-chave são: avaliar o potencial de mitigação e de adaptação de ações existentes na SbN/objetivos nas estruturas legais e institucionais nacionais; avaliar o potencial de mitigação e adaptação das ações/metadados nas NDC; comparar o potencial de mitigação das iniciativas existentes como objetivos das NDC.

- Etapa 5 – Cruzar caminhos de SbN com ações existentes mensuráveis baseadas na natureza e identificar oportunidades para aprimorar as NDC usando dados espaciais: essa etapa possibilita solidificar o potencial de adaptação e mitigação das SbN em relação às mudanças climáticas, sendo cada ação com um potencial significativo específico. Os estudos das ações relacionando seu potencial específico possibilita fortalecer as NDC e aprimorar as metas. As ações-chave são: comparar vias de Soluções baseadas na Natureza com as SbN nas NDC e em outras políticas nacionais; usar dados nacionais para estimar o potencial de ações SbN recém-identificadas; identificar Soluções baseadas na Natureza nacionais com potenciais complexos; e identificar e priorizar pontos de acesso de SbN usando dados espaciais para maximizar oportunidades para proteger e restaurar ecossistemas.
- Etapa 6 – Integrar ações mensuráveis baseadas na natureza às NDC: esta etapa objetiva definir a melhor maneira de integrar as SbN às NDC como estratégias a longo prazo. As ações-chave são: analisar as NDC aprimoradas para determinar os meios para as suas implementações; introduzir indicadores mensuráveis; e diálogo intersetorial para definir a integração de novos objetivos.
- Etapa 7 – Melhorar ou criar condições facilitadoras para apoiar a integração de SbN às NDC: esta etapa identifica facilitadores de aprimoramento e de integração das SbN nas NDC, como cooperação financeira e internacional; alinhamento entre os ministérios e regiões; e sistema de medição, relatórios e verificação das intervenções e a implementação das SbN a longo prazo. As ações-chave são: elevar o apoio político e fortalecer a vontade política de implementação de NDC; reforçar cooperações financeiras e internacionais para apoiar ações SbN na implementação das NDC; reduzir o risco para potenciais investidores; consolidar a coordenação intersetorial necessária; garantir que a(s) estrutura(s) geral(is) de governança das NDC incorpore(m) os objetivos da SbN; e reforçar o envolvimento das partes interessadas.

Em 2020, a IUCN propôs um guia global de parametrização com oito critérios (Figura 58, abaixo) que auxiliam na verificação, no desenho e na ampliação das áreas protegidas e paisagens produtivas, de diferentes regiões, escalas e ecossistemas,

podendo se apresentar modificados ou intactos. Os critérios são interconectados e possibilitam a autoavaliação, sendo os graus: sólido (maior ou igual a 75%), adequado (entre 50% e 70%), parcial (entre 25% e 50%) e insuficiente (menos que 25%). Os critérios são (IUCN, 2020, p. 11 apud Luciani; Luz, 2022, p. 210-212):

- Critério 1 – As SbN respondem de maneira eficaz aos desafios sociais: o principal objetivo deste critério é a participação nas tomadas de decisões dos indivíduos que são ou irão ser afetados diretamente pelos desafios. Os indicadores desse critério são: se prioriza os desafios mais eminentes para os titulares de direito e beneficiários; os desafios sociais são entendidos e documentados com clareza; e, bem-estar humano decorrente das SbN são identificados, comparados e avaliados com regularidade.
- Critério 2 – O desenho das SbN se adapta à dimensão: o objetivo deste critério é incentivar os projetos a reconhecerem a complexidade das paisagens terrestres e marítimas, de acordo com a escala, características biofísicas e geográficas e dos sistemas socioeconômicos, políticos e culturais. Os indicadores deste critério são: o desenho das SbN reconhece e responde às interações entre economia, sociedade e ecossistema; o desenho das SbN está integrado a outras intervenções complementares e procura sinergia entre setores; e, o desenho das SbN incorpora a identificação de gestão de riscos, além do local de intervenção.
- Critério 3 – As SbN resultam em um ganho líquido para a biodiversidade e integridade dos ecossistemas: o objetivo deste critério é garantir a resiliência e a durabilidade das intervenções, de forma que não prejudiquem a biodiversidade e os ecossistemas. Os indicadores deste critério são: as ações das SbN respondem diretamente a uma avaliação baseada em dados do estado existente do ecossistema e dos principais fatores de sua degradação e perda; resultados claros e mensuráveis de conservação da biodiversidade são identificados, comparados e avaliados periodicamente; monitoramento com avaliações periódicas de consequências adversas não intencionais sobre a natureza decorrentes das SbN; e, oportunidades para melhorar a integridade e a conectividade do ecossistema são identificadas e incorporadas nas estratégias de SbN.
- Critério 4 – As SbN são economicamente viáveis: o objetivo deste critério é garantir que os investimentos possibilitem os benefícios ecossistêmicos e a biodiversidade. Os indicadores deste critério são: se identificam e documentam os benefícios e custos diretos e indiretos associados às SbN, determinando quem assume os custos e quem se beneficia com eles; estudo de custo-benefício para apoiar a escolha das SbN, incluindo o provável impacto de regulamentações e subsídios relevantes; a eficácia do desenho das SbN se justifica em função das soluções alternativas disponíveis, tendo em conta qualquer

externalidade associada; e, o desenho das SbN consideram um portfólio de opções de recursos, como os compromissos voluntários, baseados no mercado, no setor público e ações para apoiar o cumprimento da normativa.

- Critério 5 – As SbN se baseiam em processos de governanças inclusivos, transparentes e empoderadores: o objetivo deste critério é exigir que as SbN respondam às preocupações das partes interessadas, especialmente os titulares de direito. Os indicadores deste critério são: se coloca à disposição de todos os interessados diretos um mecanismo de retroalimentação e solução de reclamações definido e plenamente acordado antes de se colocar em marcha uma intervenção de SbN; participação baseada no respeito mútuo e na igualdade, independentemente de gênero, idade ou condição social e defende o direito dos povos autóctones ao consentimento livre prévio e esclarecido (CLPE); foram identificadas as partes interessadas afetadas direta ou indiretamente pelas SbN e estas foram envolvidas em todos os processos da intervenção; os processos de tomada de decisão documentam e respondem aos direitos e interesses de todas as partes interessadas participantes e afetadas; e, quando a dimensão das SbN transcende os limites jurídicos, se estabelecem mecanismos para possibilitar a tomada de decisões conjuntas dos interessados diretos nas jurisdições afetadas.

- Critério 6 – As SbN equilibram equitativamente os compromissos entre a realização dos seus objetivos primários e o fornecimento contínuo de múltiplos benefícios: o objetivo deste critério é reconhecer as compensações na gestão da terra e dos sistemas naturais, de modo transparente e inclusivo, para gestão de forma equilibrada, ao longo do tempo e do espaço geográfico. Os indicadores deste critério são: os potenciais custos e benefícios das compensações associadas à intervenção das SbN são explicitamente reconhecidos e informam as salvaguardas e quaisquer ações corretivas apropriadas; os direitos, uso e acesso à terra e aos recursos, juntamente com as responsabilidades das diferentes partes interessadas são reconhecidos e respeitados; e, as salvaguardas estabelecidas são revisadas periodicamente para garantir que se respeitem os limites mutuamente acordados das compensações e que estes limites não desestabilizem as SbN em sua totalidade.

- Critério 7 – As SbN se gerem de forma adaptativa com base em dados: o objetivo deste critério é permitir que os planos de implementação possibilitem uma gestão adaptativa, para alcançar a resiliência dos ecossistemas. Os indicadores deste critério são: uma estratégia de SbN se estabelece e se utiliza como base para monitoramento e avaliação regular da intervenção; a elaboração de um plano de monitoramento e avaliação aplicado ao longo do ciclo de vida da intervenção; e, se aplica um quadro de aprendizagem interativo que possibilita a gestão adaptativa ao longo de todo o ciclo de vida da intervenção.

- Critério 8 – As SbN são sustentáveis e se integram em um contexto jurídico adequado: o objetivo deste critério é gerenciar as intervenções com vistas ao longo prazo e alinhadas com as políticas setoriais e nacionais. Os indicadores deste critério são: o desenho, a implementação e as lições aprendidas das SbN são partilhadas para desencadear mudanças transformadoras; as SbN conduzem informação aos marcos normativos e auxiliam seu aperfeiçoamento com a finalidade de respaldar sua adoção e generalização; e, quando relevante, as SbN contribuem para as metas nacionais e globais de bem-estar humano, alterações climáticas, biodiversidade e direitos humanos, incluindo a Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Povos Indígenas.

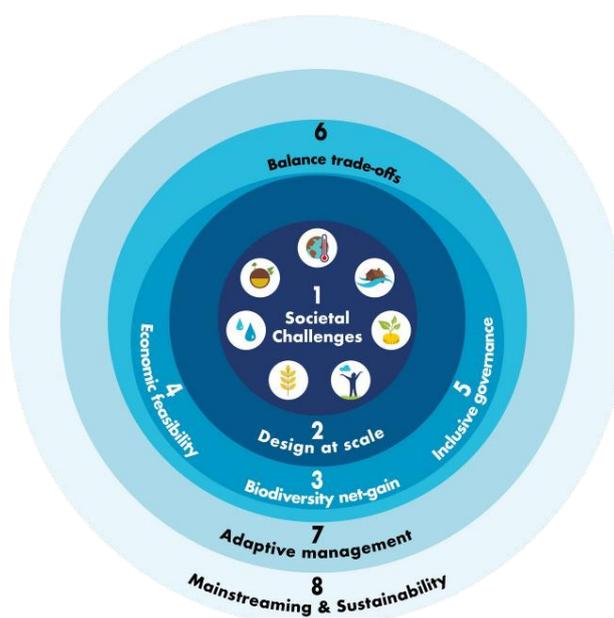


Figura 58 - Critérios do guia global de parametrização propostos pela IUCN. 1- Desafios sociais; 2- Desenho adaptado à dimensão; 3- Ganho líquido de biodiversidade; 4- Viabilidade econômica; 5- Governança inclusiva; 6- Equilíbrio entre compensações; 7- Gestão adaptativa; 8- Generalização e sustentabilidade. Fonte: IUCN, 2020, p. 11.

As ações pautadas nas SbN e nos critérios da IUCN são passíveis de serem implementadas em diferentes amplitudes municipais, regionais e nacionais e escalas, como da edificação, do espaço público; da infraestrutura sanitária, drenagem e de transportes; zonas rurais, urbanas e litorâneas (Herzog; Rozado, 2019). Dentre as ações possíveis nessas escalas estão: telhados verdes, hortas comunitárias, agroflorestas, jardins de chuva, biovaletas, florestas de bolso, recuperação de bacias hidrográficas e ecossistemas, tratamento biológico e proteção das águas, corredores verdes e planos para conservação da biodiversidade. O arranjo de diferentes ações em uma intervenção fortalece a continuidade dos benefícios ecossistêmicos, como, por exemplo, articular a

arborização e a drenagem urbana, que são sistemas nos quais as SbN se apoiam para a formação de cidades resilientes e oferta de funções ecológicas (Herzog; Rozado, 2019).

Como procuramos apresentar, as Soluções baseadas na Natureza delineiam um termo já bastante consolidado, voltadas para o equilíbrio entre as ações humanas e os processos naturais, cujo cerne se constitui pelo necessário benefício mútuo, com ganhos ao bem-estar e saúde humanos e ecossistêmicos. Neste trabalho, as SbN são norteadoras, pelo seu aspecto pautado nesta diretriz fundamental em se apoiar, mimetizar e ampliar a presença de processos naturais, na escala da cidade, tendo área urbana de Barretos como estudo de caso, mais especificamente a escala piloto da sub-bacia do córrego São Sebastião, como exemplaridade. Nosso estudo não abrange a aplicação de instrumentos de medição e aferição das tipologias e ferramentas propostas, o que excede o âmbito do escopo pretendido, estando estas aqui indicadas, como potencial para futuros trabalhos de aprofundamento.

Os subcapítulos subsequentes buscam uma aproximação a determinadas tipologias selecionadas, tais quais a arborização, a ampliação de áreas verdes e a gestão ecológica de águas pluviais urbanas, como ferramentas ou mecanismos que são abarcados no rol das Soluções baseadas na Natureza, para ambientes urbanos equilibrados.

2.2 Ferramentas de arborização, ampliação de áreas verdes e gestão ecológica das águas pluviais

A vegetação é de extrema importância para a continuidade do ciclo hidrológico, ampliando a disponibilidade hídrica. Sua supressão compromete, portanto, a oferta de água e reduz a evapotranspiração, condensação e precipitação (Pellegrino, 2017), fundamentais para a regulação térmica e de umidade dos ambientes urbanos. A articulação e conexão dos sistemas de espaços livres (SEL) com ações que não fragmentem a vegetação, os sistemas hídricos e o *habitat* silvestre no espaço urbano propiciam a reconciliação com os meios naturais. A criação de uma rede verde e azul, de maneira que, articulada aos córregos e rios, a vegetação inserida nas zonas urbanas seja preponderantemente de espécies nativas e se tornem uma infraestrutura geo-bio-física, e social, para a reconstituição dos ecossistemas e possibilitar com êxito a sucessão ecológica, conceitua as florestas urbanas (Caiche; Peres; Schenk, 2017; Pellegrino, 2017):

As Florestas Urbanas podem ser consideradas como a soma de toda a vegetação lenhosa e associada, dentro e em volta das

idades: arborização ao longo das vias, dos corredores de transporte e de infraestruturas, estacionamentos, parques e praças, cemitérios, margens de rios e lagos, campi e áreas abertas de escolas, das residências, comércios e indústrias, até das reservas, APPs e áreas de manancial. (Pellegrino, 2017, p. 72).

A implementação de Florestas Urbanas requer a estruturação da vegetação, conforme o contexto e gradiente urbano em que serão inseridas, com o manejo adequado, podendo otimizar os benefícios ecológicos como: aumento da conectividade por meio da paisagem; redução de ruídos; diminuição da quantidade de sedimentos nos corpos hídricos; circulação e migração de espécies; recomposição do ciclo hidrológico; restauração ecológica; remoção ou redução de vias e demais estruturas impermeáveis; aumento de áreas não edificadas; redução dos bloqueios de intersecções de rios e córregos; ampliação de corredores verdes; promoção de benefícios ecológicos em grandes manchas naturais e captura de gás carbônico (Pellegrino, 2017).

Cardim (2022), distingue três temas importantes dos processos de verdejamento urbano — a biomassa vegetal, a biodiversidade nativa e o uso humano. A densa biomassa vegetal, associada ao bioma local, promove a redução das ilhas de calor, o equilíbrio dos padrões de precipitação e maior umidade do ar. A preservação da biodiversidade nativa se torna essencial para a continuidade das características ecossistêmicas, salvaguarda das espécies vegetais e animais, estabilidade e preservação a qualidade do solo. O uso humano resulta em uma instância social e cultural — o contato com os meios naturais como hortas, pomares, parques e corpos hídricos restaurados possibilita a educação ambiental e o fortalecimento de laços e da participação comunitária.

Com o princípio de restauração dos biomas da Mata Atlântica e do Cerrado na cidade de São Paulo, a metodologia das Florestas de Bolso, proposta por Cardim (2022), se transformou em uma ferramenta de introdução de maciços arbóreos em espaços livres e vazios urbanos. Floresta de Bolso é uma técnica de restauração baseada em uma dinâmica competitiva-cooperativa, que responde à sucessão ecológica, devido à diversidade de espécies nativas plantadas de maneira assimétrica e simula a regeneração natural, por estimular a competição de água, luz, espaço e nutrientes entre as espécies vegetais. O crescimento rápido, baixo consumo de água e manutenção, ganho de biomassa vegetal e eliminação das espécies invasoras são consequências desta técnica (Cardim, 2022). Estes procedimentos são facilmente replicáveis em nossa área de estudo de caso, como pretendemos demonstrar.



Figura 59 - Plantio de mudas na Floresta de Bolso “Bosque da Batata”, São Paulo, e Floresta de Bolso após três anos. Fonte: Cardim, 2016. Disponível em:

<https://www.cardimpaisagismo.com.br/floresta-de-bolso/> Acesso em: 25 jul. 2024.

Segundo Cardim (2022), as Florestas de Bolso podem ser implantadas tanto em pequenos espaços, de no mínimo 15m², até grandes áreas urbanas e também rurais, com o objetivo de conectar comunidades com o meio natural e preservar a biodiversidade. Nas áreas urbanas, os terrenos comprometidos e degradados concedem espaços para ambientes sombreados e de formação de um microclima tributário do bioma local, como é o exemplo da intervenção Floresta de Bolso Bosque da Batata (Figura 59, acima). A intervenção foi realizada em uma área de 600m², que era um vazio urbano entre três vias. A primeira etapa foi a retirada de solo deteriorado, para preparação de camada de solo com componentes orgânicos e subsequente plantio de 400 mudas de 90 espécies nativas (Cardim, 2022). Esta intervenção articulou a Floresta de Bolso com jardim de chuva — tipologia de gestão pluvial biológica. Nas áreas rurais, assim como nas áreas urbanas, preconiza-se que a restauração deva ser mais potente que invasão de espécies exóticas:

Gramíneas tropicais como as espécies invasoras comuns (capim braquiara, colônia etc.) são plantas com mecanismo de fotossíntese denominado “C4”, que é altamente eficiente para condições de alta temperatura, estresse hídrico e luminosidade intensa, apresentando nessas condições taxas de fotossíntese líquida muito superiores às de plantas de fotossíntese “C3”, como são as árvores e arbustos da Mata Atlântica. Um grande adensamento e composição de crescimento agressivo das espécies florestais nativas podem produzir essa vantagem e possibilitar sombra e microclima, e proporcionar uma situação vantajosa as

plantas C3. E como são formadas por espécies que vivem décadas, essas condições se tornam persistentes. (Cardim, 2022, p. 231).

Estes processos naturais controlados contemplam que as espécies não se submetam a outras e, como consequência, uma área degradada se torna rica, devido à colaboração entre as espécies, que, ao se desenvolverem, permitem o incremento da biodiversidade, de áreas permeáveis e a migração de espécies de animais polinizadores. As Florestas de Bolso liberam umidade na atmosfera, diminuem os ruídos, evitam enchentes e deslizamentos e colaboram com o ciclo natural da água.

Conforme põe à luz Nunes (2016), florestas inseridas no meio urbano e rural devem maximizar os processos ecossistêmicos e minimizar os conflitos com as demais infraestruturas, buscando atuar em conjunto, como, por exemplo, nos sistemas de drenagem (Nunes, 2016).

Com a mesma lógica competitiva-cooperativa, a agricultura urbana e as agroflorestas apresentam a capacidade de restauração florestal e de ampliação da biomassa vegetal, bem como promovem a reconexão com a origem de alimentos, produção e consumo de alimentos orgânicos, fortalecimento do senso de comunidade e conexão simbólica campo-cidade ou em escalas apropriadas, de forma equilibrada (Cardim, 2020). As áreas de reflorestamento, pomares e hortas urbanos planejados com um conjunto de vias, parques e estacionamentos arborizados, compreendendo, também, infraestruturas de drenagem, como o Low Impact Development (LID) — Urbanismo de Baixo Impacto — podem conceder espaços caminháveis, desfrutáveis, sombreados e de maior reconciliação com o meio natural.

O LID, como várias metodologias semelhantes aplicadas mundialmente, como os citados BMP (Best Management Practices) (Bigrents, 2022; EPA, 2023), SuDS (Sustainable Drainage Systems) (UKRI, c2023) ou WSUD (Water Sensitive Urban Design) (Water by Design, c2020; United Nation, s.d.) — é um recurso de gestão de águas pluviais em processos de fundamento ecológico, que dispõe redes de tratamento de baixo impacto distribuídas no território, com incremento de valores à paisagem. Conforme proposto pelo Centro de Desenho Comunitário da Universidade de Arkansas (University of Arkansas Community Design Center) (UACDC, 2010), ao invés dos processos predominantemente mecânicos da engenharia tradicional que se caracterizam por captar e conduzir rapidamente os volumes e vazões pluviais por meio de redes de infraestrutura de tubulações — o que tende a superar a capacidade dos sistemas de macrodrenagem, como rios e represas, devido à excessiva impermeabilização urbana — a metodologia de LID

coordena, a partir de bacias hidrográficas, redes de captação *in situ* e tratamento vegetado, ou seja, um processo mais lento que permite a purificação e a infiltração da água no solo, alimentando o lençol freático e, assim, favorecendo o ciclo mais próximo ao natural (Figura 60). Será apresentado, a seguir, o diagrama que contempla as ferramentas LID (Figura 64), o qual dispõe de infraestruturas cinzas convencionais, bem como as biológicas, sendo, estas últimas, as ferramentas verdes e azuis, as que se recomenda sejam intensificadas, nas proposições para transformações da paisagem urbana. O objetivo é sustentar um regime hidrológico com técnicas de infiltração, filtração, armazenamento e evaporação das águas pluviais e ampliar a oferta dos serviços ecossistêmicos, entre os quais: regulação atmosférica; regulação climática; minimização de perturbações; regulação da água; abastecimento de água; controle da erosão e retenção de sedimentos; formação do solo; ciclagem de nutrientes; tratamento de resíduos; polinização; controle de espécies; refúgio/*habitat*; produção de alimentos; produção de matéria-prima; recursos genéticos; recreação; e enriquecimento cultural (UACDC, 2010).

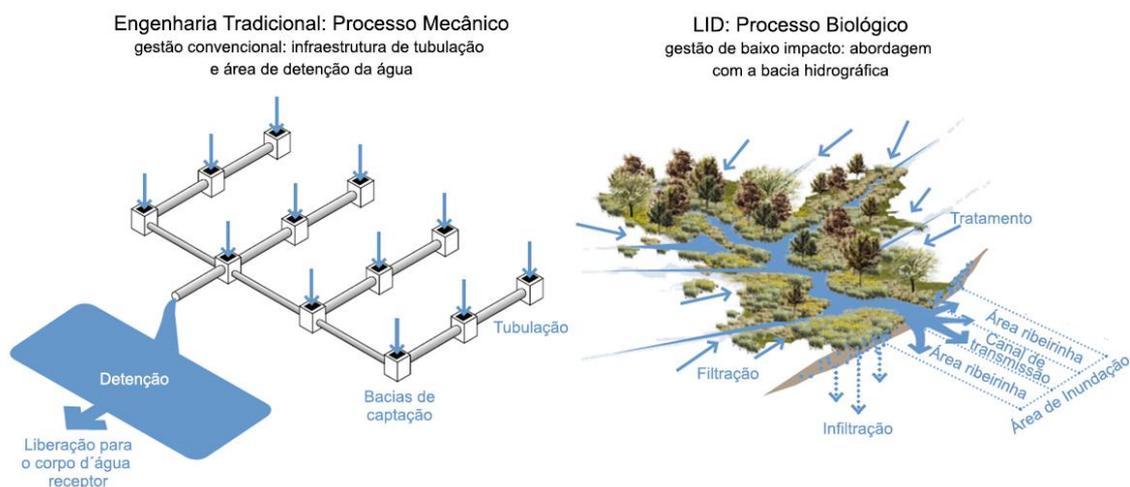


Figura 60 - Esquema representativo das diferenças entre os processos mecânicos de engenharia tradicional e biológicos, propostos pelo LID. Fonte: UACDC, 2010, p. 11, tradução das legendas pela autora.

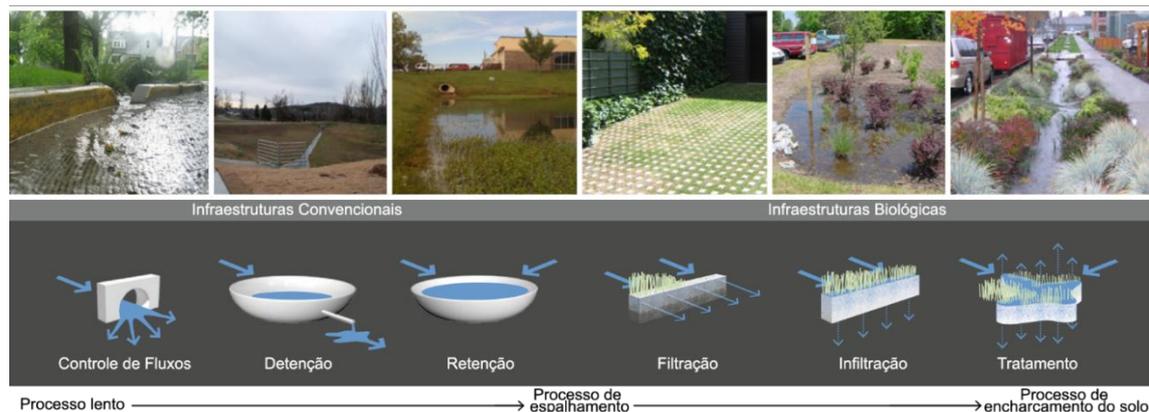


Figura 61 - Esquema representativo de recursos mecânicos e biológicos de drenagem. Fonte: UACDC, 2010, p. 12, tradução das legendas pela autora.

As cidades exigem infraestrutura de macrodrenagem para gerenciar tempestades considerando Tempo de Retorno TR) de 100 anos, sendo que, atualmente, estas instalações não satisfazem os requisitos de desempenho, especialmente considerando os eventos climáticos extremos. O LID busca integrar as soluções biológicas às tradicionais (Figura 61, acima), para a diminuição do esgotamento das infraestruturas tradicionais e a restauração dos serviços ecológicos. Os recursos que fazem parte dessas instalações são definidos como (UACDC, 2010):

- **Controle de Fluxos**: processo mecânico de regulação das taxas dos fluxos de escoamento águas pluviais;
- **Detenção**: processo mecânico de armazenamento temporário das águas pluviais em cofres subterrâneos, lagoas, ou áreas permitidas;
- **Retenção**: processo mecânico de armazenamento das águas pluviais para a sedimentação de sólidos;
- **Filtração**: processo físico de retirada de sedimentos das águas pluviais através de um meio poroso como areia, raiz fibrosa ou filtro artificial;
- **Infiltração**: processo biológico de absorção das águas pluviais no solo, para acúmulo hídrico nos lençóis freáticos;
- **Tratamento**: processo biológico de fitorremediação por colônias bacterianas para metabolizar contaminantes em águas pluviais.

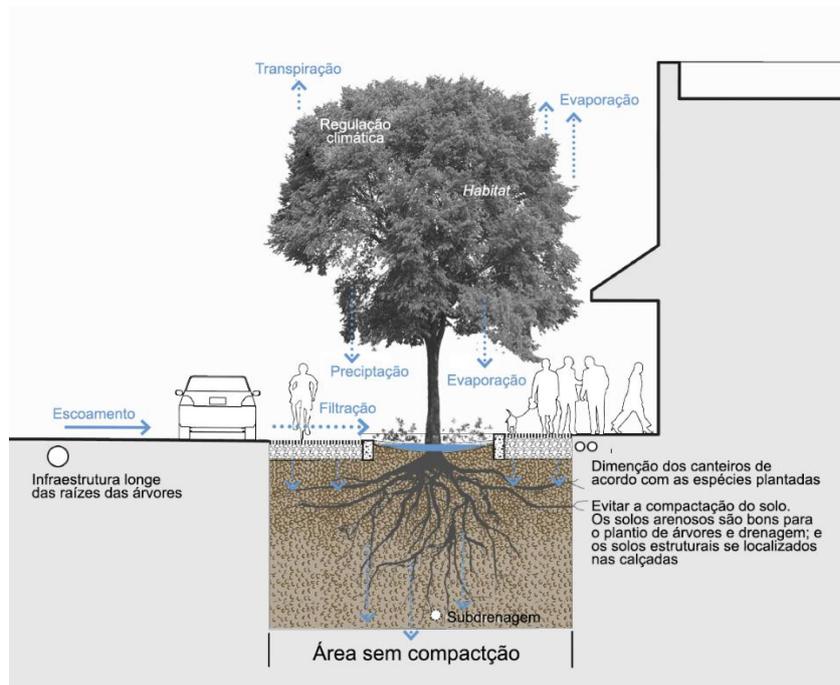


Figura 62 - Vegetação como infraestrutura nas vias: canteiro pluvial arborizado. Fonte: UACDC, 2010, p. 19, tradução das legendas pela autora.

A vegetação associada a canteiros de chuva, como dispositivos em vias (Figura 62, acima) reduz e purifica o escoamento das águas pluviais através da infiltração, melhora a qualidade do solo e evita a sua compactação, permite a evapotranspiração e conforto ambiental térmico e acústico, provendo a paisagem urbana de qualidades (UACDC, 2010).

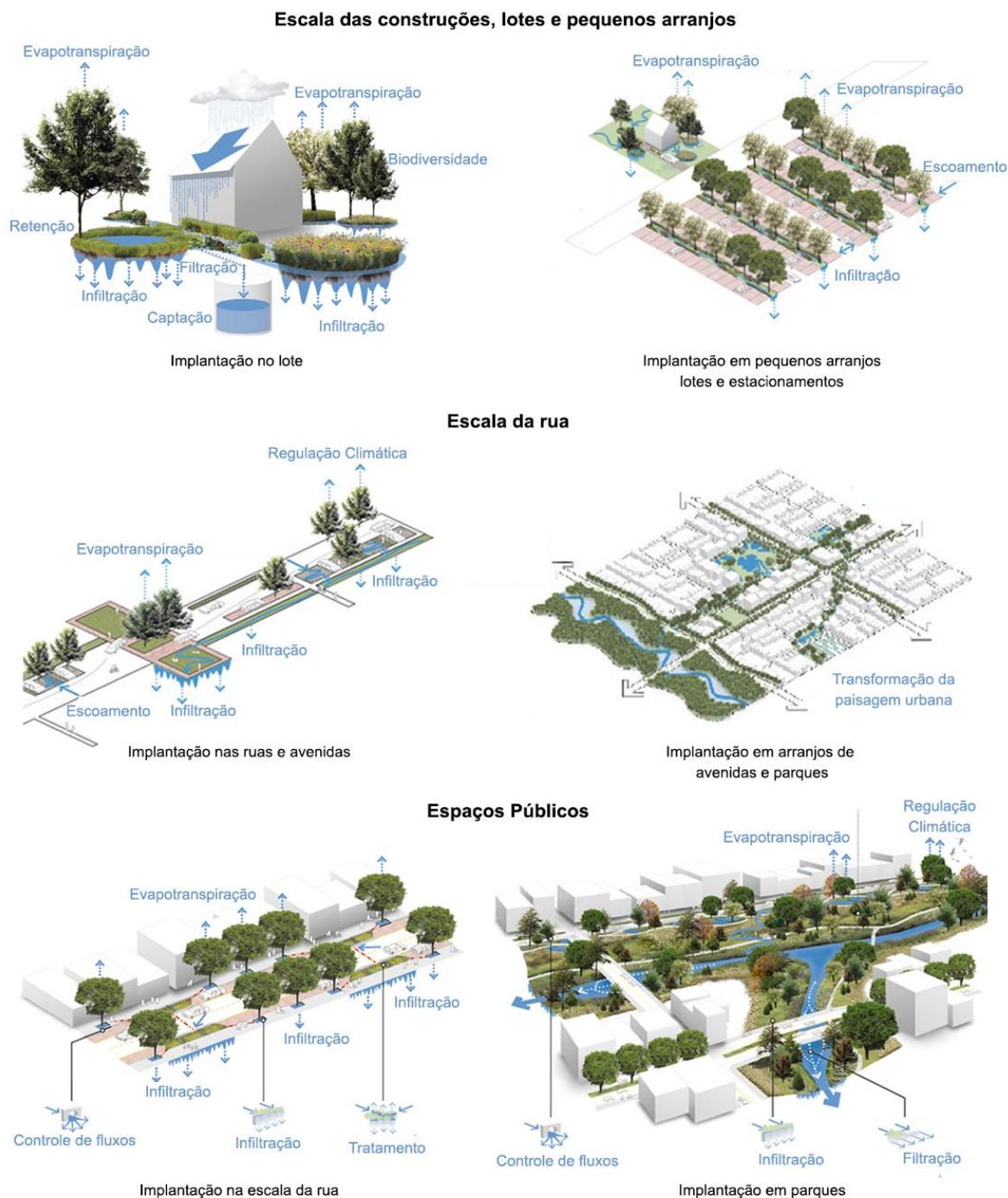


Figura 63 - Exemplos de arranjos em escalas de implantação do LID. Fonte: UACDC, 2010, p. 17-22, tradução das legendas pela autora.

As soluções sistematizadas pelo LID são trabalhadas como uma rede de espaços livres, que incorporam funções ambientais de restauração urbana em diferentes escalas (Figura 63, acima). Dessa forma são propostos arranjos na escala do lote e de edificações — e de quadras, como em estacionamentos ou pequenos conjuntos, onde predomina a reutilização das águas pluviais e a infiltração no solo; na escala das vias, de alcance desde as calçadas até o arranjo de avenidas, praças e parques, que apresentam maior

contribuição para a redução do efeito das ilhas de calor e aumento da qualidade do ar, escoamento das águas pluviais, evapotranspiração e atenuação do fluxo das águas; e em espaços públicos de maior envergadura, como parques e frentes hídras, ou seja, margens de rios — que são significativos para a redução das cargas de escoamento, com soluções integradas de substituição da pavimentação impermeável por permeável, dispositivos de controle de fluxos, filtração, infiltração, detenção, retenção e tratamento multiescalares, em conexão com os espaços abertos para criar um sistema verde e azul urbano que mantém nutrientes, recursos naturais e permite que o habitat flua pela cidade (UACDC, 2010; Pellegrino, 2017).

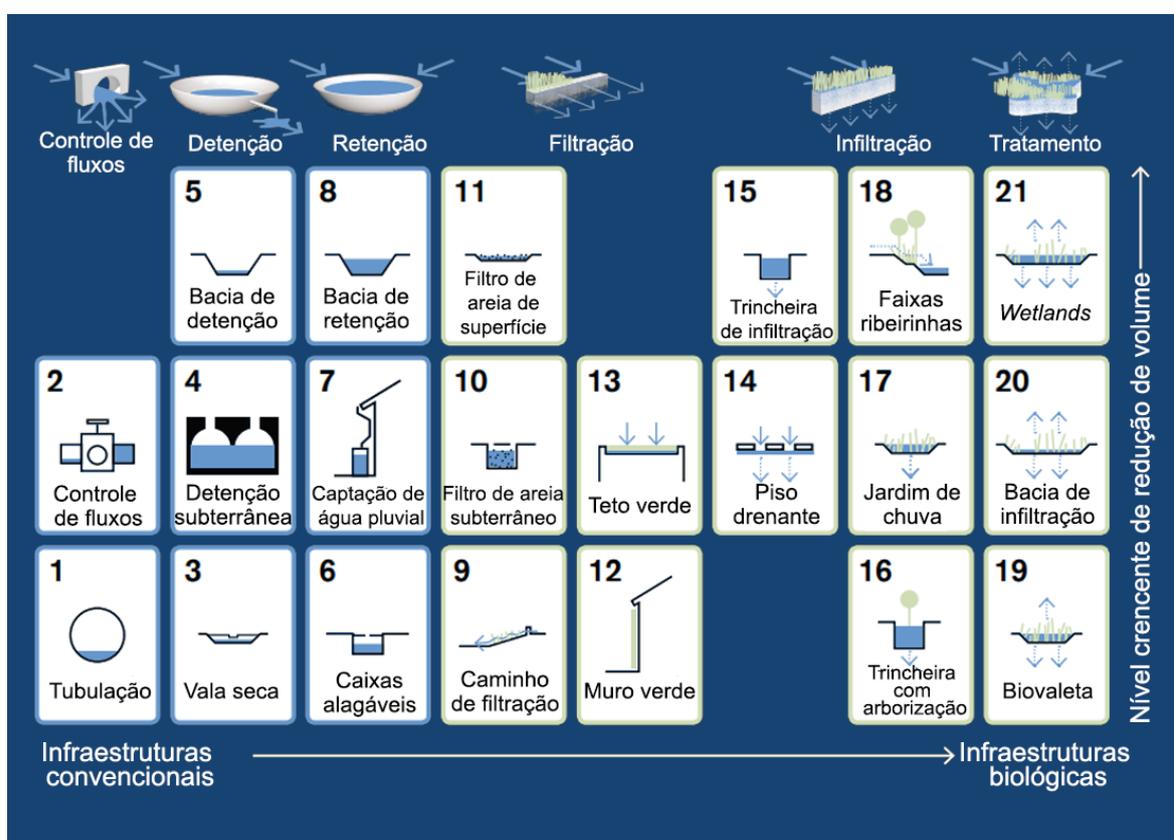


Figura 64 - Instalações LID. Fonte: UACDC, 2010, p. 23, tradução das legendas pela autora.

Para configurar estes sistemas, a metodologia LID contempla vinte e um dispositivos ou tipologias, (em um gradiente de processos mais mecânicos ou biológicos, para possibilidades de associação entre os sistemas verdes, azuis e cinzas. Estes se organizam de acordo com a qualidade, que está relacionada ao aumento do nível de serviço de tratamento, e quantidade, relativa ao aumento do nível de redução de volumes. Desse modo, conforme apresenta a Figura 64, acima, a tipologia ou dispositivo de número 1 é predominantemente mecânica e perfaz menor quantidade de serviços de tratamento,

enquanto a tipologia 21 é predominantemente biológica e perfaz maior tratamento e redução de volumes (UACDC, 2010).

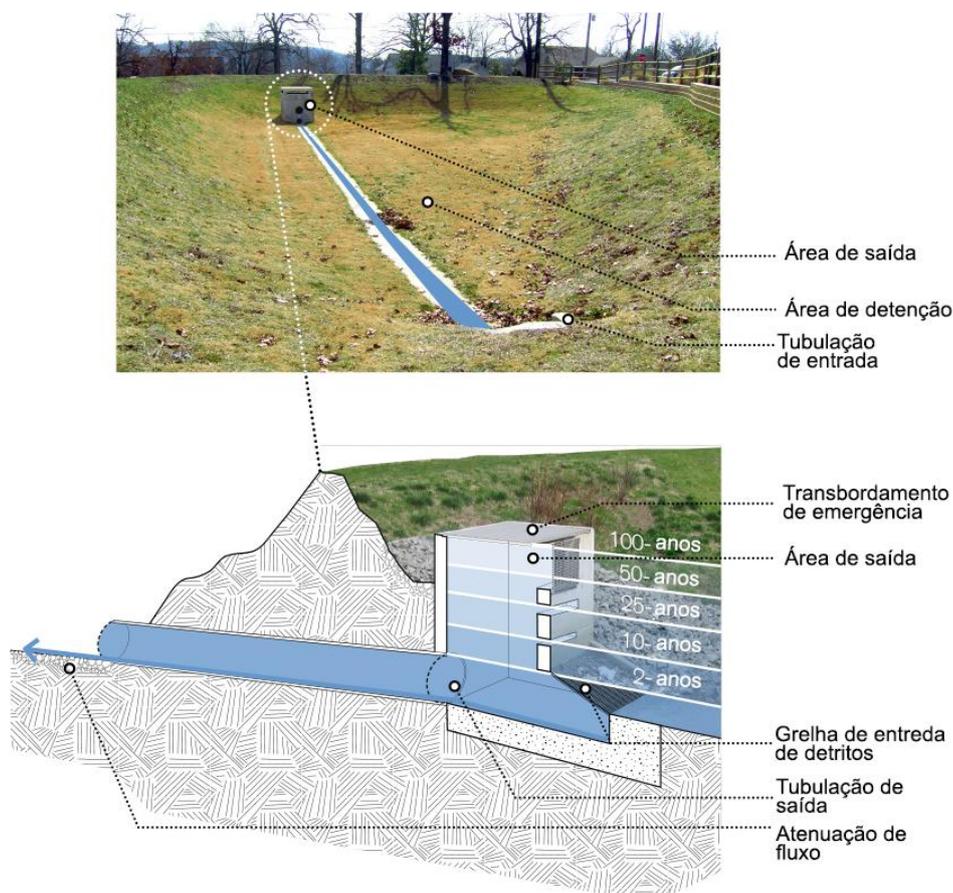


Figura 65 - Foto e esquema gráfico de um exemplo de lagoa de detenção (Dispositivo LID - 5).

Fonte: UACDC, 2010, p. 24, tradução das legendas pela autora.

As lagoas de detenção (Dispositivo LID - 5) e lagoas de retenção (Dispositivo LID - 8) são exemplos de instalações com origem nos processos mecânicos, ou seja, apresentam nível baixo de tratamento. As lagoas de detenção (Figura 65, acima) têm o objetivo de interceptar o escoamento de águas pluviais para represamento temporário e posterior liberação gradual para um sistema de transporte ou corpo d'água receptor. As lagoas de retenção (Figura 66) apresentam como finalidade a detenção temporária, porém com um nível de detenção permanente de água, com certo grau de tratamento biológico para a remoção de poluentes e sedimentos (UACDC, 2010).

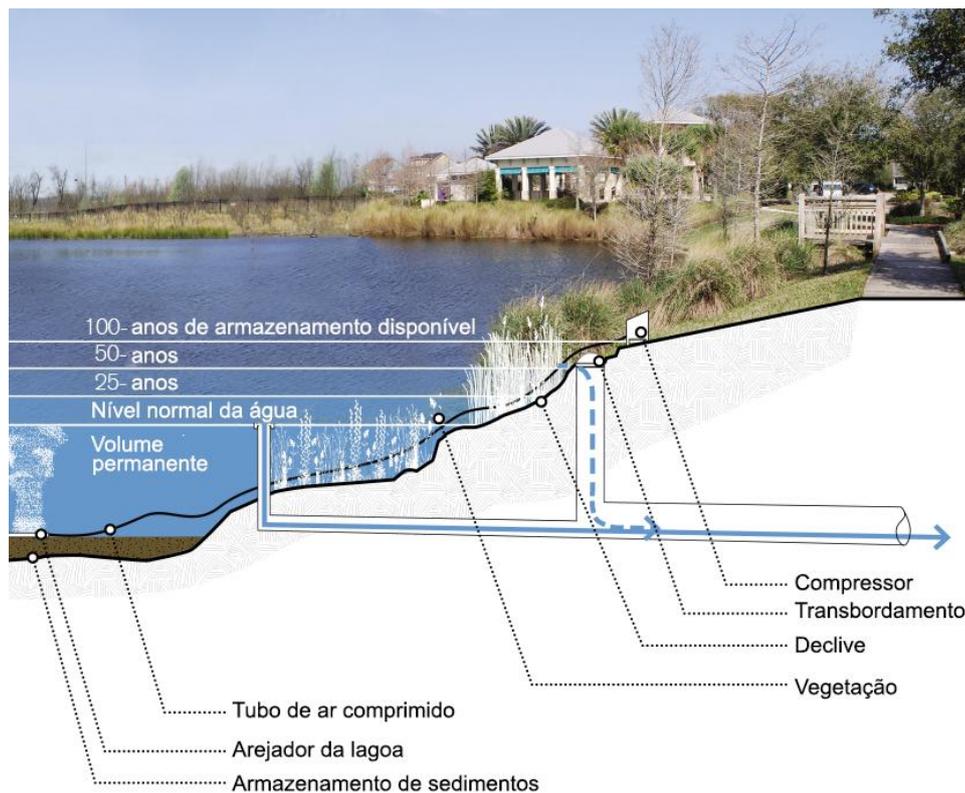


Figura 66 - Foto com esquema gráfico de exemplo de lagoa de retenção (Dispositivo LID - 8).

Fonte: UACDC, 2010, p. 25, tradução das legendas pela autora.

Os jardins de chuva (Dispositivo LID - 17) são instalações que recebem o escoamento das águas pluviais e contribuem para sua purificação a partir de filtração e processos biológicos. Se caracterizam como depressões abaixo do nível do solo externo, com vegetação projetada para que as águas se infiltrem em prazos de no máximo dois dias, evitando a proliferação de mosquitos (Figura 67). Colaboram para o aumento da evapotranspiração, captação das águas pluviais *in situ* e remoção de poluentes. O solo é tratado com compostos orgânicos, areia ou pedriscos, que aumentam a porosidade e agem com esponjas por infiltrar a água. Os poluentes do escoamento pluvial são filtrados pelo substrato, decompostos e removidos pela vegetação e pelas bactérias e microrganismos existentes no meio, à medida que a água permeia a instalação (Cormier, Pellegrino, 2008; Moura, 2017; UACDC, 2010; Browning, 2021).

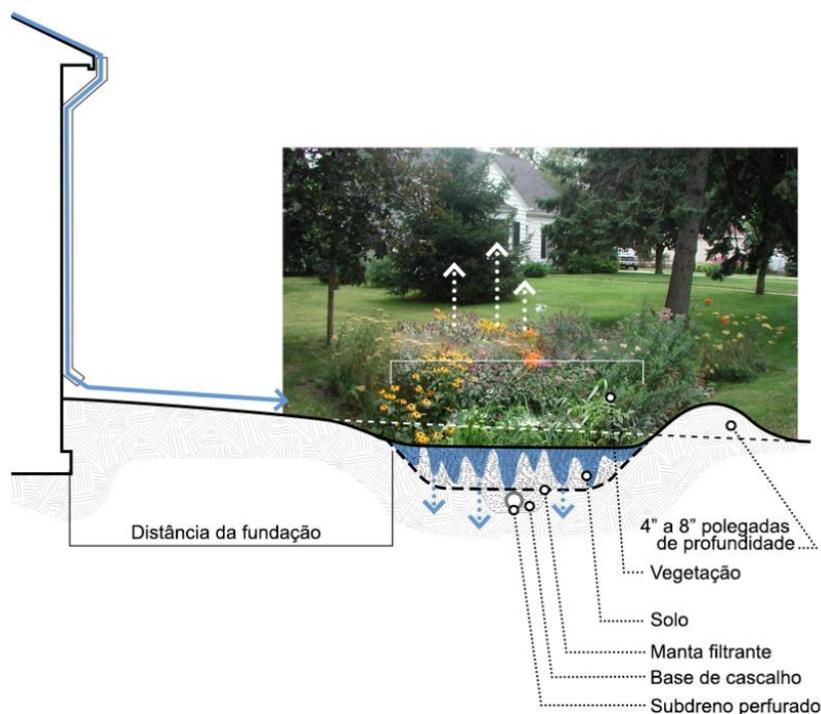


Figura 67 - Foto com esquema gráfico de exemplo de jardim de chuva (Dispositivo LID - 17).

Fonte: UACDC, 2010, p. 26, tradução das legendas pela autora.



Figura 68 - Imagem gráfica de exemplo de canteiro pluvial. Fonte: NACTO, s.d.c, p. 1.

Os canteiros pluviais (Figura 68, acima) são jardins de chuva compactados para pequenos espaços urbano, com proteções laterais, que contam com a retenção, evapotranspiração, filtração e, eventualmente, com a condução das águas pluviais remanescentes. Os canteiros podem contar com ou não com a infiltração — a depender das condições do solo existente — ou com extravasores (Cormier, Pellegrino, 2008; Moura, 2017; UACDC, 2010; Browning, 2021).

As biovaletas (Figura 69, abaixo) são canais abertos, suavemente inclinados, vegetados e com elementos filtrantes, projetados para tratamento e transporte de águas pluviais. São instalações que aumentam os tempos de escoamento e direcionam as águas pluviais para jardins de chuva, canteiros pluviais ou para corpos hídricos, enquanto processam à sua limpeza. (Cormier, Pellegrino, 2008; Moura, 2017; UACDC, 2010; Sustainable Technologies Evaluation Program, c2022).

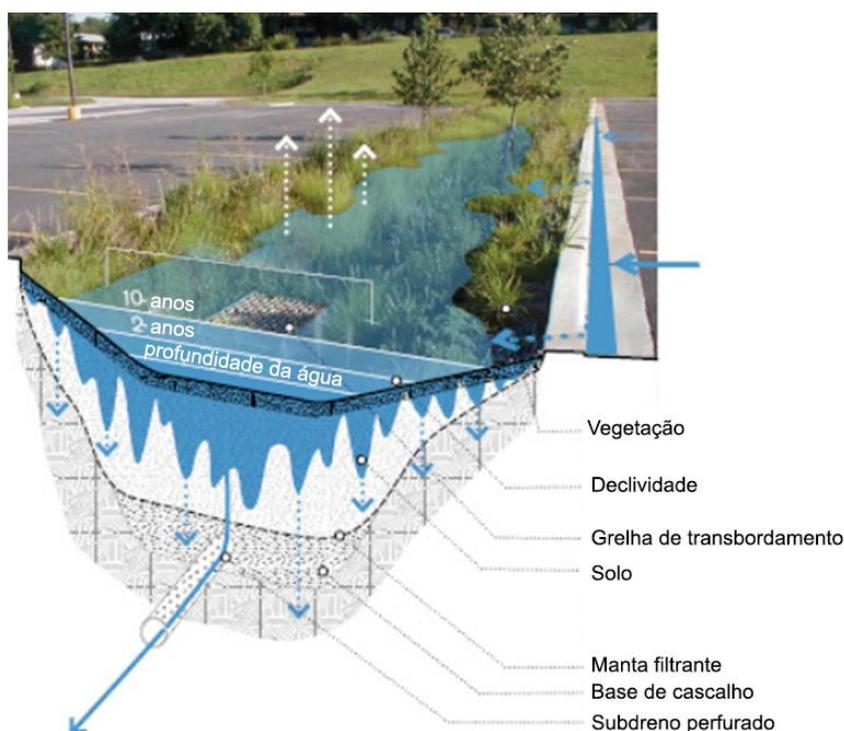


Figura 69 - Foto com esquema gráfico de exemplo de biovaleta (Dispositivo LID - 19). Fonte: UACDC, s.d, tradução das legendas pela autora. Disponível em: <<https://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>>. Acesso em: 28 jul. 2024

As faixas ribeirinhas (Dispositivo LID - 18) e as biovaletas (Dispositivo LID - 19) são exemplos de instalações com alto nível de tratamento biológico. As faixas ribeirinhas (Figura 70, abaixo) são faixas de vegetação ao longo das margens de corpos d'água, que estabilizam estruturalmente as margens e linhas costeiras, para evitar a erosão e deslizamento de terra, que acarretam desastres socioambientais em áreas urbanizadas. De acordo com a metodologia do UACDC (2010), as faixas ribeirinhas são divididas em três zonas: a zona 1 é área que deve ser intocada por ser a mais próxima do corpo hídrico, nela sendo implantadas espécies tolerantes a inundações; a zona 2 é considerada como uma floresta, com elevado número de espécies arbóreas e arbustivas, para assegurar o *habitat* de animais silvestres; e a zona 3 que deve abrigar espécies de gramíneas e herbáceas, para controle do escoamento hídrico (UACDC, 2010).

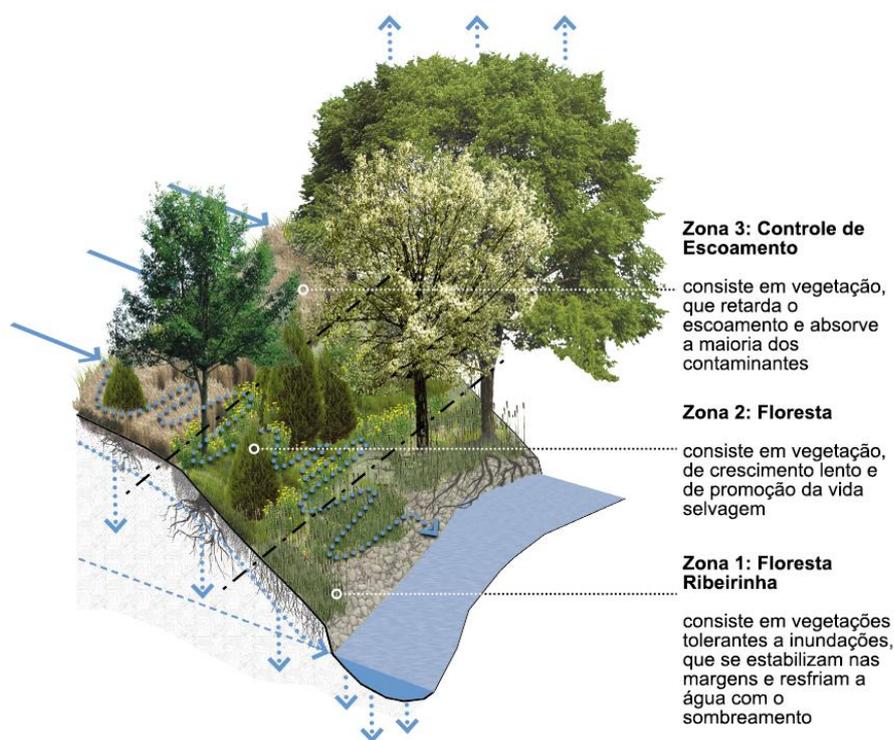


Figura 70 - Esquema ilustrativo de faixa ribeirinha (Dispositivo LID - 18). Fonte: UACDC, 2010, p. 27, tradução das legendas pela autora.

As áreas abrangidas pelos municípios, sejam urbanos ou rurais, de alta ou baixa densidade construtiva, apresentam, em geral, possibilidades para o manejo dos recursos hídricos, de maneira que haja benefícios à saúde humana, ao funcionamento da bacia hidrográfica, salvaguarda à biodiversidade, conservação dos ecossistemas e da oferta de seus serviços. Na cidade, quando projetada para atuar como uma esponja, ou seja, que tenha aproveitamento do uso do solo e da hidrologia natural, a gestão das águas é mais igualitária nos centros urbanos, rurais e periferias (UACDC, 2016; Zevenbergen; Fu; Pathirana, 2018). Os processos biológicos de drenagem, quando alinhados ao plantio de espécies nativas, por meio dos dispositivos e tipologias apresentados, oferecem oportunidade de controle da vazão, de torrencialidade e erosão.

Os recursos de reinserção da natureza à cidade fortalecem o contato das pessoas com a natureza e se beneficiar dos serviços ecossistêmicos, provendo, simultaneamente, ganhos à biodiversidade. As infraestruturas verdes e azuis, como componentes fundamentais do tecido urbano, promovem espaços comum de fruição e *habitat* selvagem. A urbanidade pode ser considerada como a qualidade de vida urbana devido à diversidade, quantidade e intensidade de interações e conexões (Bonzi, 2017, p. 4). As conexões espaciais de sistemas de espaços livres multiescalares, articuladas ao reflorestamento

urbano e dispositivos de drenagem ecológica são um exemplo de produção de benefícios à biodiversidade e aos seres humanos, no universo das Soluções baseadas na Natureza, cuja proposição sistêmica têm o potencial de modificar a estrutura urbana e, conseqüentemente, modos de fruição e a maneira de vivenciar e perceber a paisagem, como será apresentado no estudo de caso da sub-bacia do Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas.

2.3 O caso da sub-bacia hidrográfica do córrego Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas como exemplaridade

O Estado de Arkansas é composto por 58 bacias hidrográficas das quais dez foram designadas como áreas prioritárias devido à poluição, incluindo a bacia hidrográfica do Lago Conway (Figura 71), que abrange 1.144 milhas² (equivalentes a 2.962,95km²), sendo habitado por 131.391 pessoas, e contempla a maior produção de peixes do estado. A falta de um plano de manejo dificulta a implementação de projetos nas bacias hidrográficas urbanas. Conway, segunda cidade com crescimento mais acelerado do Estado do Arkansas (Figura 72), está localizada sobre a bacia hidrográfica do Lago Conway (Figura 73), considerada, pela Comissão de Recursos Naturais do Arkansas, como área prioritária de proteção entre os anos de 2011 e 2016 (UACDC, 2016).

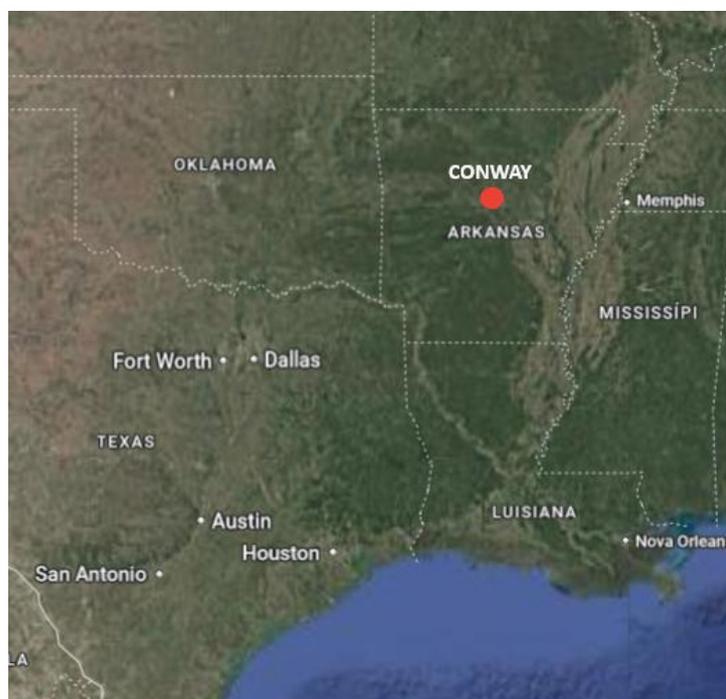


Figura 71 – Localização do município de Conway, Arkansas, EUA. Fonte: Googlemaps. Acesso em: 24 set. 2024.

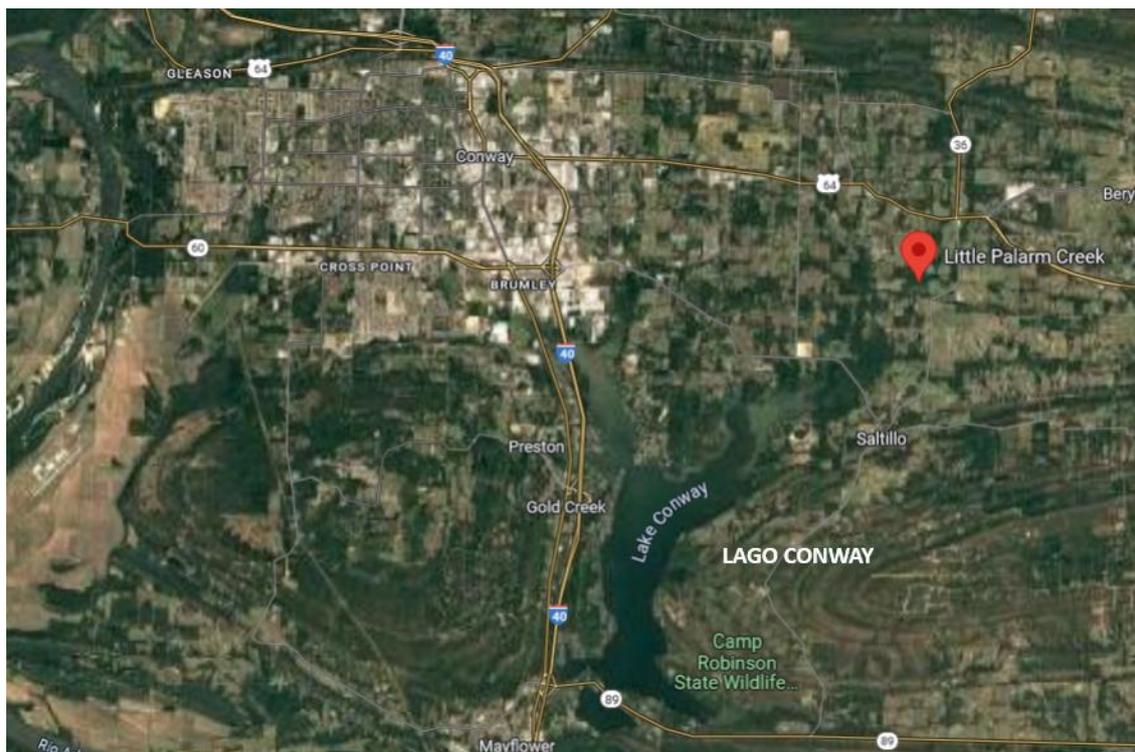


Figura 72 – Localização do Little Creek-Palarm e do Lago Conway, no município de Conway, Arkansas, EUA. Fonte: Googlemaps, com legenda da autora. Acesso em: 24 set. 2024.

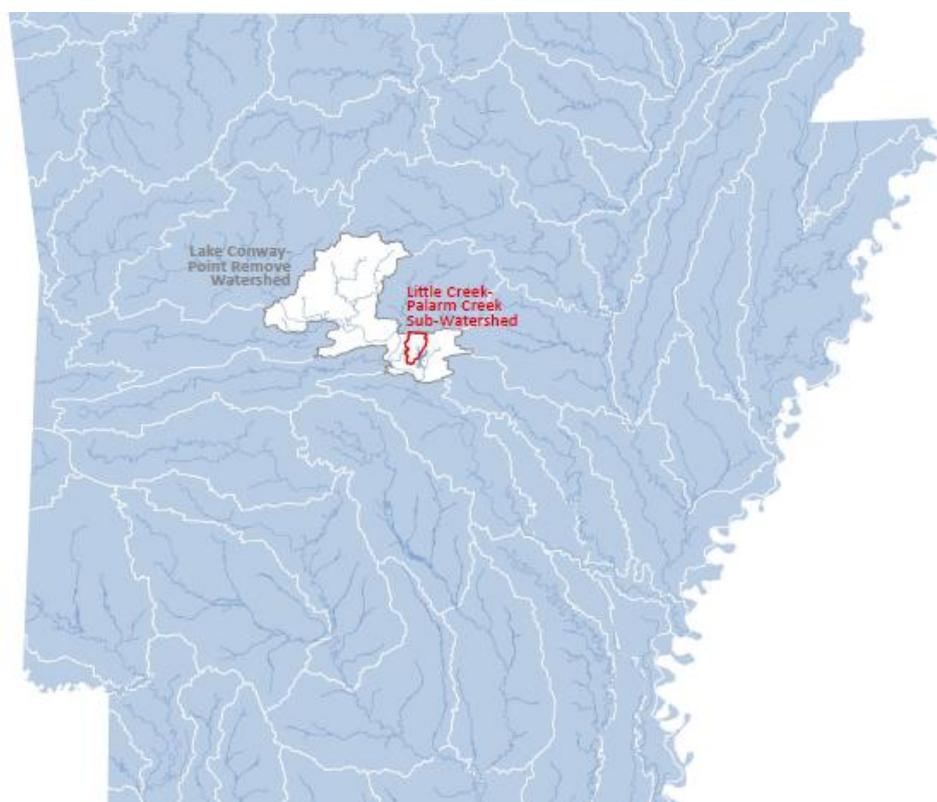


Figura 73 – Delimitação da bacia do Lago Conway e da sub-bacia do Córrego Little Creek-Palarm, em Arkansas. Fonte: UACDC, 2016, p. 13.

Dentre as sub-bacias do Lago Conway, a sub-bacia do Riacho Little Creek-Palarm (Figura 74) apresenta grande importância no território, por drenar mais da metade da cidade de Conway, aproximadamente 42 milhas² (109km²). Se configuram como problemas mais preocupantes a alta concentração de amônia e nitrato nos corpos d'água da bacia e a sedimentação a jusante do riacho, que contribuem para o desequilíbrio hidrológico, nociva presença de poluição e menor quantidade de volume de desague no Lago Conway. A bacia do Lago Conway apresenta quatro regiões (Figura 75) — o Vale do Arkansas, a Região de Cumes Espalhados, a Planície do Vale do Arkansas e as Montanhas Fourche —, sendo que na bacia do riacho Little Creek-Palarm prevalece a região das Montanhas Fourche. Cada região contempla diferentes características de solo, topografia e vegetação, que podem variar de florestas de carvalho, noqueira e pinheiro, nas colinas e savana-pradaria, nas áreas de planície (UACDC, 2016).

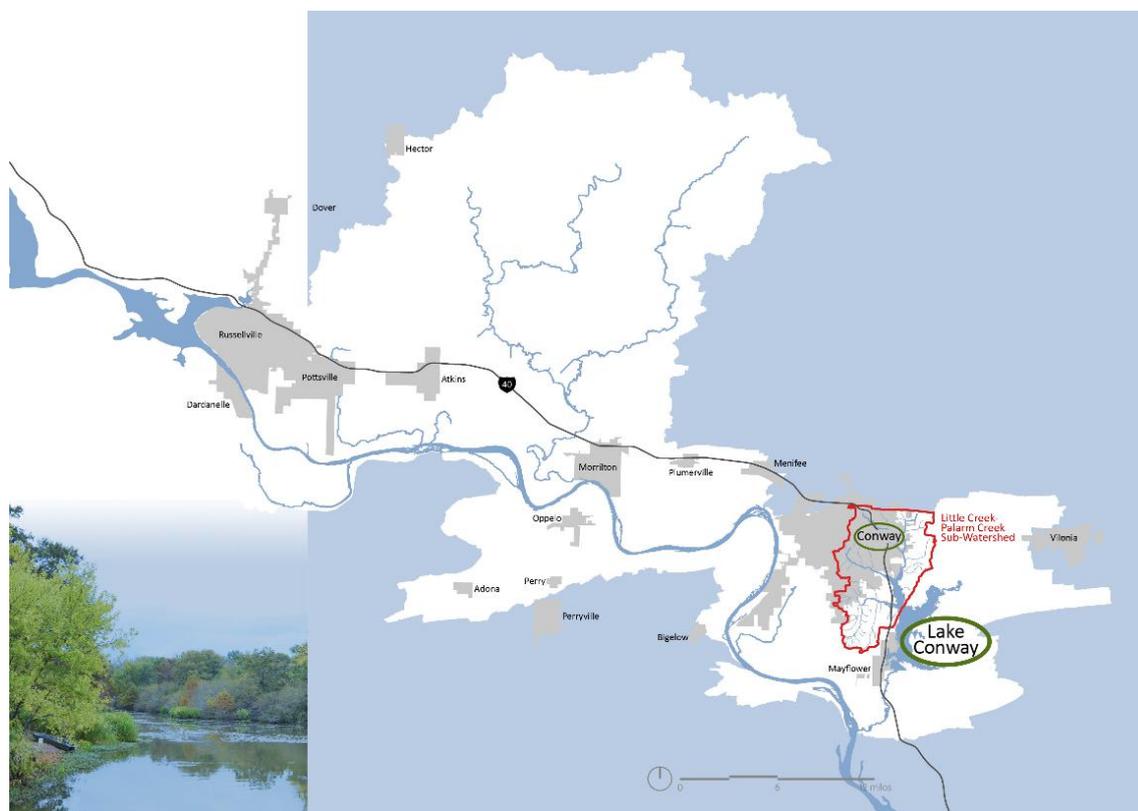


Figura 74 – Localização do Lago Conway e da sub-bacia do Riacho Little Creek-Palarm, no município de Conway, Arkansas, na região. Fonte: UACDC, 2016, p. 14, nomes do município de Conway e Lago Conway circutados pela autora.

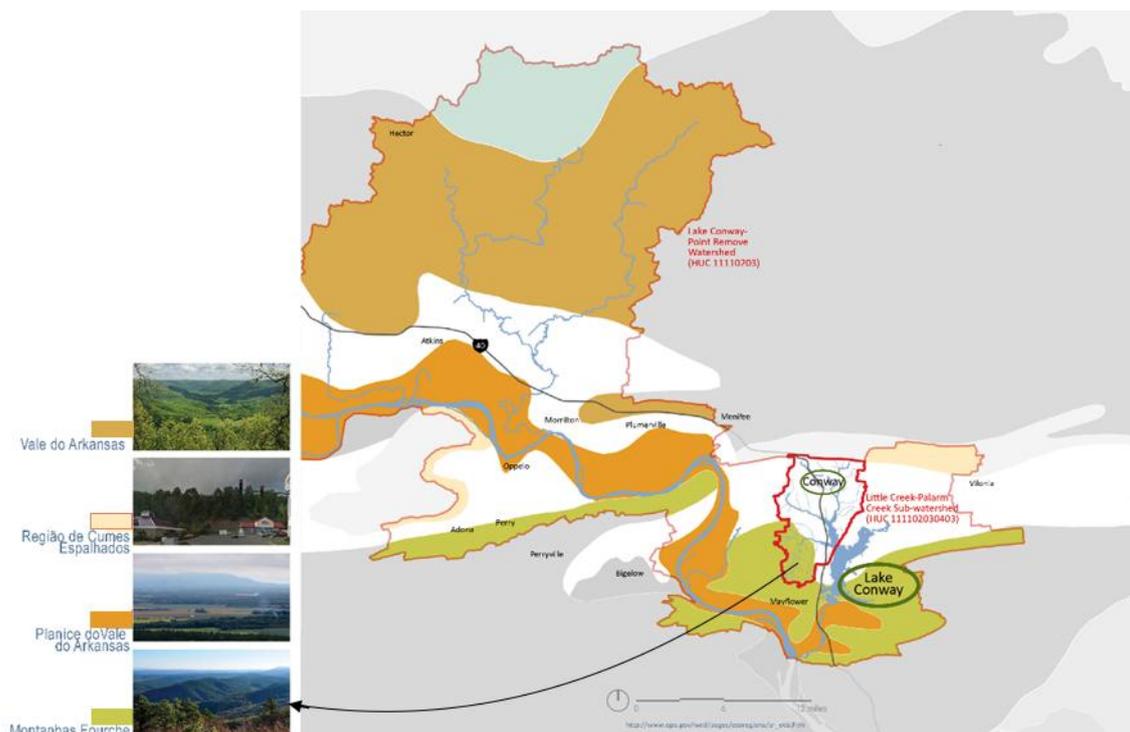


Figura 75 – Delimitação das quatro regiões da bacia do Lago Conway, Arkansas, assinalada a sub-bacia do Little Creek-Palarm. Fonte: UACDC, 2016, p. 15, tradução e áreas assinaladas pela autora.

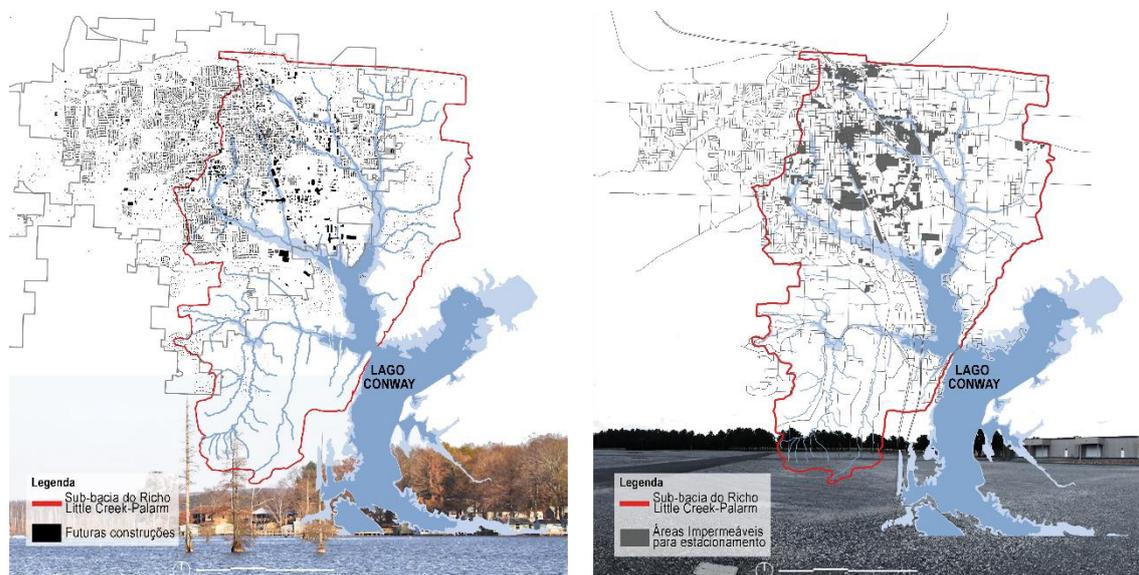


Figura 76 – Crescimento urbano e áreas impermeáveis na sub-bacia do Little Creek-Palarm. Mapa à esquerda: localização das áreas de futuras construções, projetadas até 2030. Mapa à direita: localização das principais áreas impermeáveis, por cobertura asfáltica, estacionamentos, e coberturas de edificações. Fonte: UACDC, 2016, p. 18-19, trabalhada pela autora.

Como mencionado, o município de Conway apresenta crescimento acelerado, cujas projeções indicam um aumento populacional de 25 mil habitantes para 88 mil habitantes,

até o ano de 2030. Este cenário resulta na construção de novas 10 mil habitações e consequente intensificação a cobertura asfáltica (Figura 76, acima), o que pode acarretar em danos à bacia hidrográfica e riscos de desastres socioambientais, como também acentuar a poluição hídrica com agrotóxicos, sedimento de canteiros de obras, instalações industriais e esgotos sanitários. A região urbanizada se localiza a norte do município e a região com maior área vegetada se localiza a sul (Figura 77), a qual enfrenta pressões do crescimento de áreas residenciais, industriais, pastagens e mineração. A herança industrial provocou impermeabilização, compactação do solo e pontos de estresse ecológico (Figura x), principalmente próximos aos corpos d'água, o que facilita processos de sedimentação e a ocorrência de inundações (UACDC, 2016).

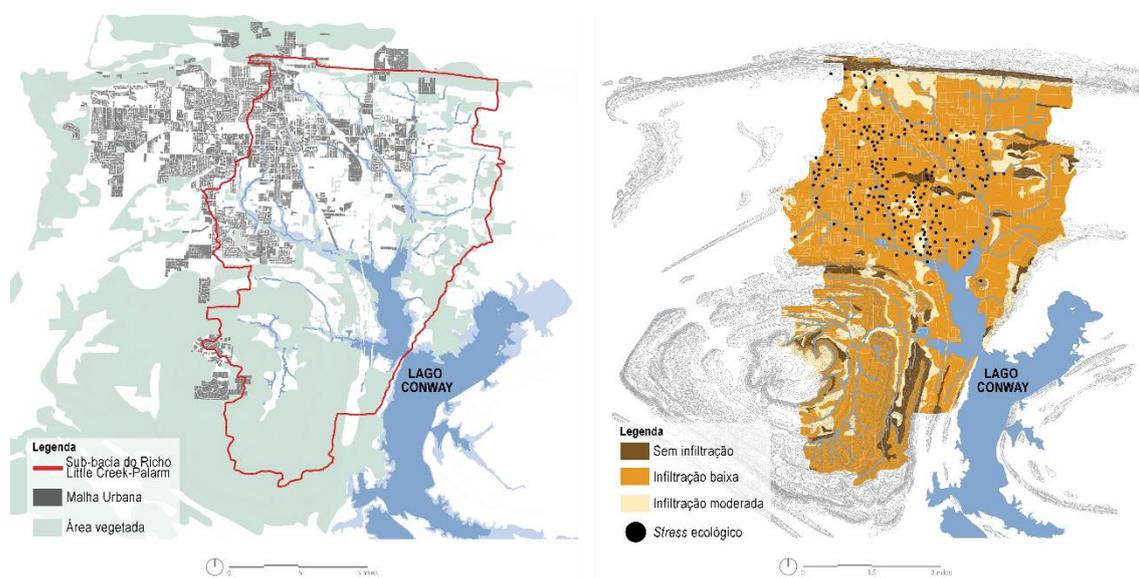


Figura 77 – Crescimento urbano e áreas impermeáveis na sub-bacia Little Creek-Palarm. Mapa à esquerda: cobertura vegetal de copas arbóreas na malha urbana de Conway. Mapa à direita: pontos de estresse ecológico e intensidade de infiltração do solo. Fonte: UACDC, 2016, p. 17 e 20, trabalhada pela autora.

O crescimento urbano de Conway, a impermeabilização do solo e as práticas agrícolas proporcionaram o escoamento de águas pluviais poluídas nos corpos d'água da sub-bacia do Córrego Little Creek Palarm, que desaguam no Lago Conway (UACDC, 2016). A sub-bacia do Córrego Little Creek-Palarm é composta por cinco corredores ribeirinhos (Figura 78) caracterizados pela urbanização e/ou agricultura, com atividades antrópicas que comprometem a sub-bacia, a saber (UACDC, 2016):

1. Córrego da Barragem de Pedra (*Stone Dam Creek*): caracterizado pelas nascentes desprotegidas, ausência da vegetação ribeirinha e presença de insumos químicos devido a indústrias desativadas;

2. Afluente do Córrego da Barragem de Pedra (*Stone Dam Creek Tributary*): caracterizado pelas nascentes desprotegidas, infraestrutura tradicional de drenagem, ferrovia e presença de insumos químicos devido ao crescimento industrial na área;
3. Córrego Pequeno (*Little Creek*): caracterizado por ser uma grande área de centro comercial com muita superfície impermeável, pouca vegetação nativa devido a urbanização e agricultura, presença de insumos químicos (fertilizantes) e excesso de sedimentos no lago;
4. Afluente do Córrego Pequeno (*Little Creek Tributary*): caracterizado por ser um setor agrícola com perda da área de inundação para as agriculturas e habitações, insumos químicos agrícolas e criação de animais próxima ao riacho;
5. Córrego Dourado (*Golden Creek*): Caracterizado por invasões agrícolas e residenciais, sendo uma área que está perdendo vegetação para a pastagem, visada para novos empreendimentos, com presença da mineração de cascalho e erosão próxima ao córrego.

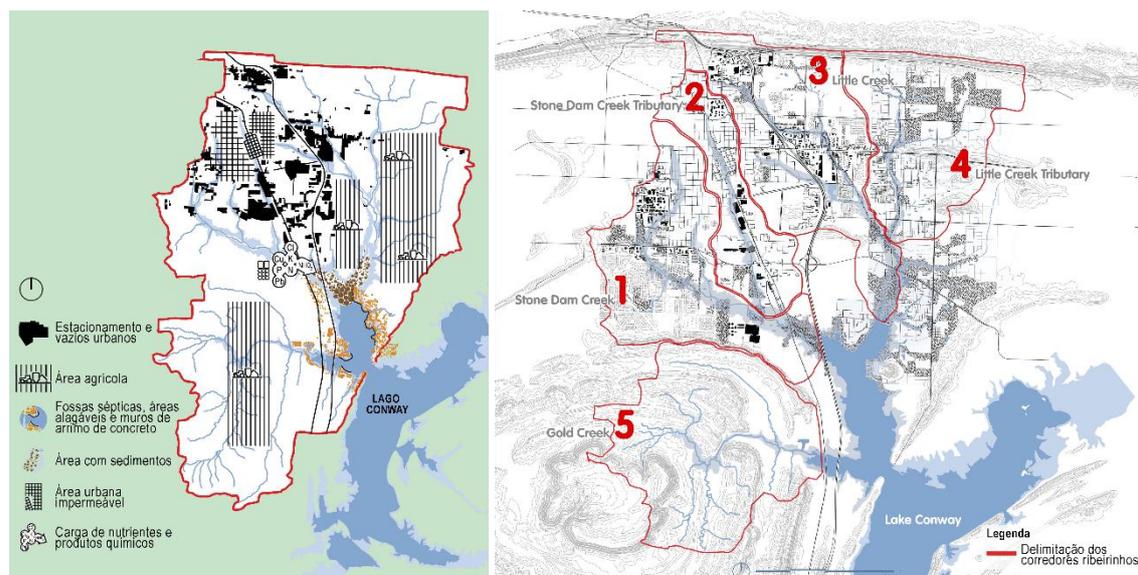


Figura 78 – Problemas na paisagem e corredores ribeirinhos. Mapa à esquerda: problemas na paisagem causados pela antropização. Mapa à direita: cinco corredores ribeirinhos da sub-bacia do Little Creek-Palarm. Fonte: UACDC, 2016, p. 23-24, trabalhada pela autora.

Para a transformação da atual realidade do território, foi estabelecido um plano estruturador com práticas de gerenciamento, retenção e tratamento das águas pluviais, por meio da metodologia Low Impact Development (LID) ou Urbanização de Baixo Impacto. O plano é modular e com soluções sistêmicas a serem implementadas em toda a sub-bacia hidrográfica do Córrego Little Creek-Palarm, possibilitando que o território atue como uma esponja e contribua para a saúde e funcionamento da bacia hidrográfica, devido à alta

capacidade tratamento das águas e de sua infiltração no solo (UACDC, 2016). O plano é composto por seis infraestruturas adaptativas de gestão e tratamento da água (Figura 79), como descrito a seguir:

- Restauração dos lagos: operações para normalizar os sedimentos e permitir que a oxigenação e fluidez da água nas bordas, na superfície e no interior do lago;
- Parques e ruas verdes: desenho de ruas e parques que ofereçam serviços ecológicos e auxiliem na drenagem urbana;
- Estacionamentos jardins: projetados para tratamento funcional das águas pluviais, perante a poluição difusa de hidrocarbonetos dos automóveis, carreada pelo escoamento;
- Fazendas urbanas: projetadas para reciclarem a sobrecarga de nutrientes, diminuir o desperdício de recursos naturais e aumentar a eficiência energética;
- Conservação dos espaços urbanos: adensamento de áreas residenciais, infraestrutura e paisagem para configurar bairros com espaços de convivência a partir dos interesses comuns da vizinhança;
- Via verde da cidade: constituição de vias para pedestres e transportes alternativos, como bicicletas, nas faixas ribeirinhas.

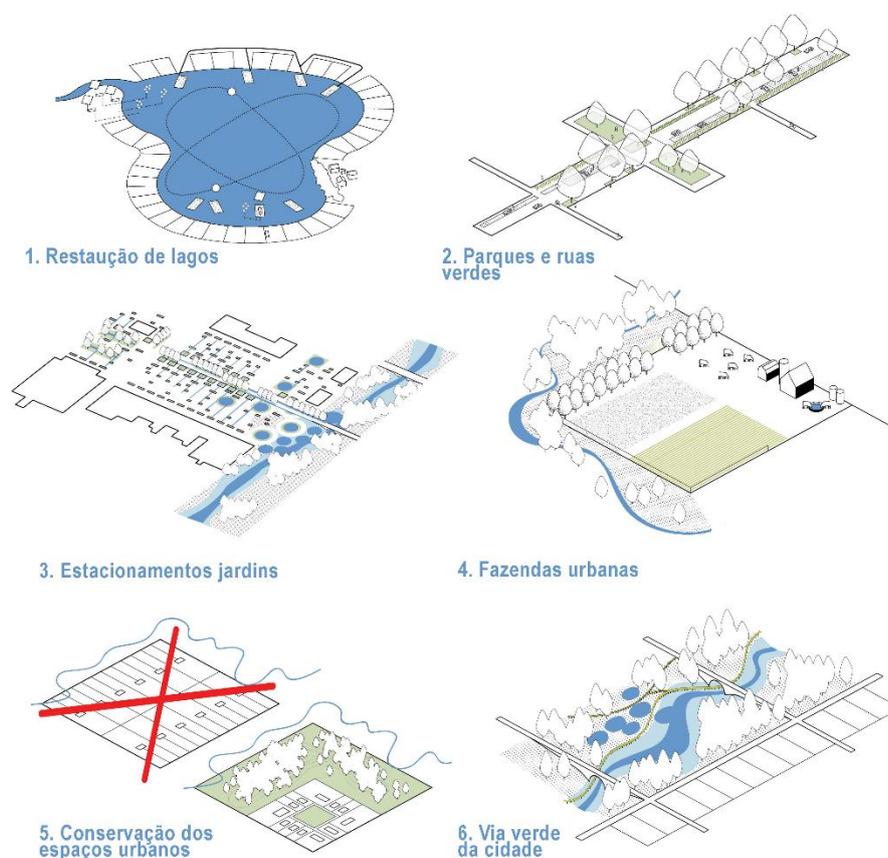


Figura 79 – Infraestruturas do plano estruturador para o Little Creek-Palarm. Fonte: UACDC, 2016, p. 32, trabalhada pela autora.

A infraestrutura Restauração de Lagos (Figura 80) tem como proposta restabelecer as margens dos lagos, para mitigar os impactos de inundações e proporcionar espaços recreativos e culturais em seu entorno. Como o Lago Conway foi indevidamente enriquecido por sedimentos, esta diretriz predica que a recuperação dos corpos hídricos requiera intervenções de base ecológica, para uma relação antrópica mais equilibrada com as áreas envoltórias. Esta infraestrutura é composta por tipologias ou ferramentas que possibilitam equilíbrio e harmonia com os meios naturais e qualidade hídrica, sendo elas: restauração das faixas ribeirinhas, o que desacelera o escoamento das águas pluviais; *wetlands* ou áreas úmidas, para tratamento das águas, que filtram, purificam e armazenam água; restauração de *habitats* e *wetlands* ou áreas úmidas naturais; restauração de tanques sépticos, como tratamento sanitário; coletores solares, para remover o excesso de vegetação invasiva nas margens fluviais; biotapetes flutuantes, constituídos por dispositivos de tratamento, que fornecem água e nutrientes para microrganismos e espécies de pássaros que os consomem; *aquaboats* de aeração solar, que colaboram para a oxigenação da água, melhoram o *habitat* aquático e reduzem o odor do lago; remoção de paredes de concreto, para restabelecer as margens naturais dos corpos hídricos e o bom funcionamento ecológico; área de tratamento de águas residuais das comunidades; e mexilhões nativos — espécies que apresentam filtros de nutrientes com capacidade de reduzir bactérias nocivas (UACDC, 2016, p. 36-39).

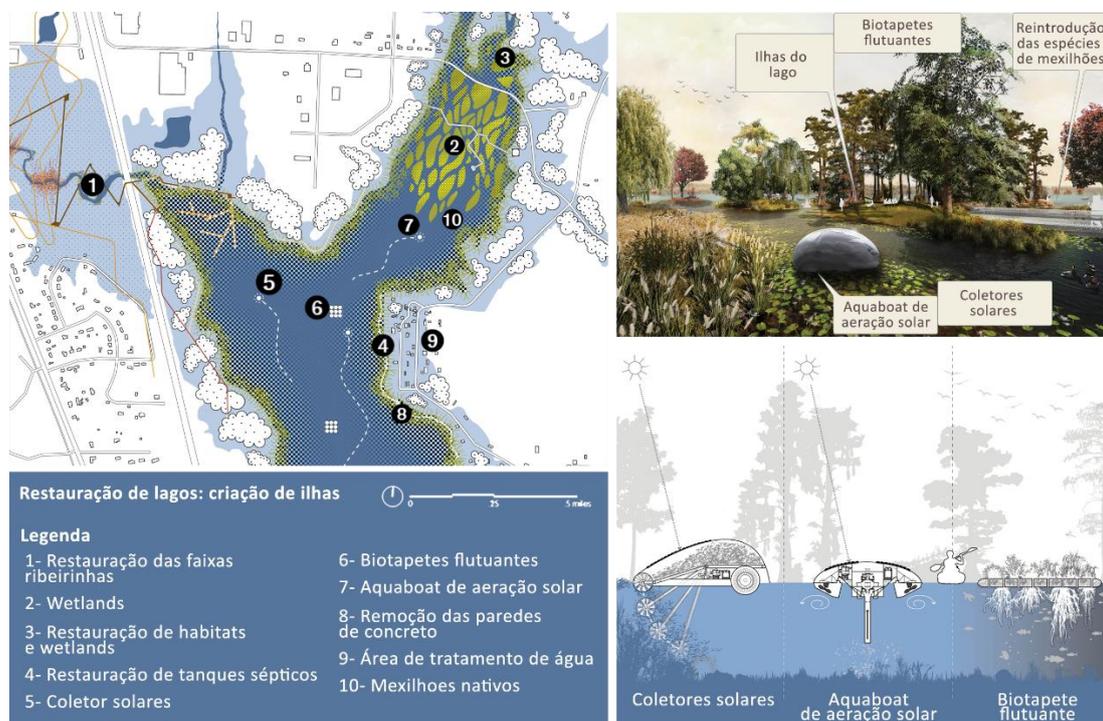


Figura 80 - Infraestruturas e ensaio da restauração de lagos. Fonte: UACDC, 2016, p. 36-39, trabalhada pela autora.

Os parques e ruas verdes foram concebidos para oferecer funções de manejo das águas pluviais em espaços públicos, podendo atuar nas escalas de parques e praças e nas vias compartilhadas, calçadas e nas proximidades de corpos hídricos, nomeados vielas verdes. Predica-se que os espaços sejam recuperados com ferramentas de drenagem pluvial ecológica LID. Na escala dos parques e praças, a exemplo, o Parque Markhan (Figura 81) é composto pelas ações de parque urbano com dispositivos de tratamento de água, caracterizados por áreas vegetadas que possibilitam tratamento, armazenamento e infiltração das águas pluviais no lençol freático, em determinada localização propensa a inundações; jardins de chuva, como depressões de manejo das águas pluviais, bem como a filtragem dos sedimentos e poluentes; tapetes de biorretenção, como áreas pantanosas que retêm as águas em dias chuvosos; ruas verdes, onde são incorporadas diferentes tipologias de escoamento pluvial, sombreamento, *habitat* e purificação do ar; bosques evapotranspirativos, com espécies arbóreas de raízes profundas, para absorver grandes quantidades de água e para evapotranspiração; pontes, para permitir a mobilidade no parque, principalmente nos dias chuvosos, sem danificar o ecossistema; e áreas vegetadas, onde ocorre sombreamento e evapotranspiração, por meio das árvores, e onde podem ocorrer atividades recreativas, principalmente em dias de cheias, por apresentarem cotas elevadas (UACDC, 2016, p. 42-47).

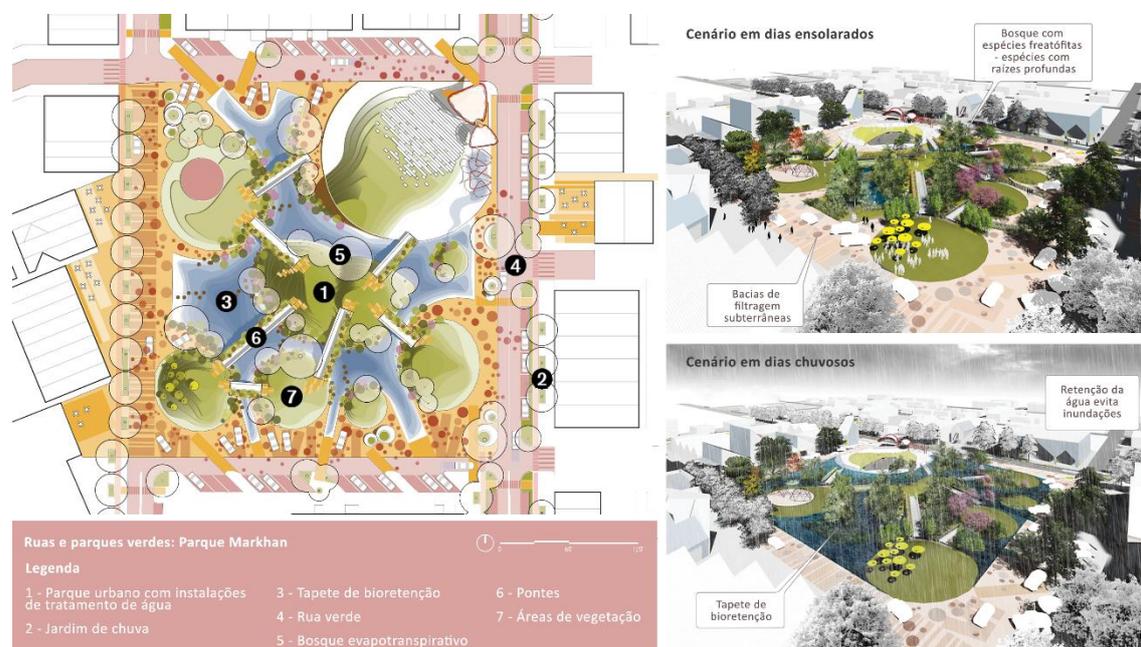


Figura 81 - Infraestruturas e ensaios projetuais para o Parque Markhan. Fonte: UACDC, 2016, p. 42-45, trabalhada pela autora.

As vias compartilhadas (Figura 82) possibilitam passeio mais seguro ao pedestre, podendo ter tráfego de veículos leves, sendo permitido, em alguns casos, automóveis.

Nesta infraestrutura, os dispositivos de manejo de águas pluviais definidos foram os jardins de chuva e os bosques evapotranspirativos, também presentes na escala dos parques e praças, bem como pavimentos permeáveis, que permitem a infiltração de águas pluviais no solo e, conseqüentemente, a recarga do lençol freático. As vielas verdes, ruas próximas aos corpos hídricos (Figura 83), são compostas pelas seguintes ações: recuperação do fluxo natural do corpo hídrico; descanalização e recuperação da mata ciliar; bosques evapotranspirativos; filtragem de sedimentos, por meio de um sistema de pisos porosos; e calçadões de filtragem, constituídos por material que retém sedimentos, ao mesmo tempo que servem como plataformas para navegar em áreas úmidas (UACDC, 2016, p. 48-49).

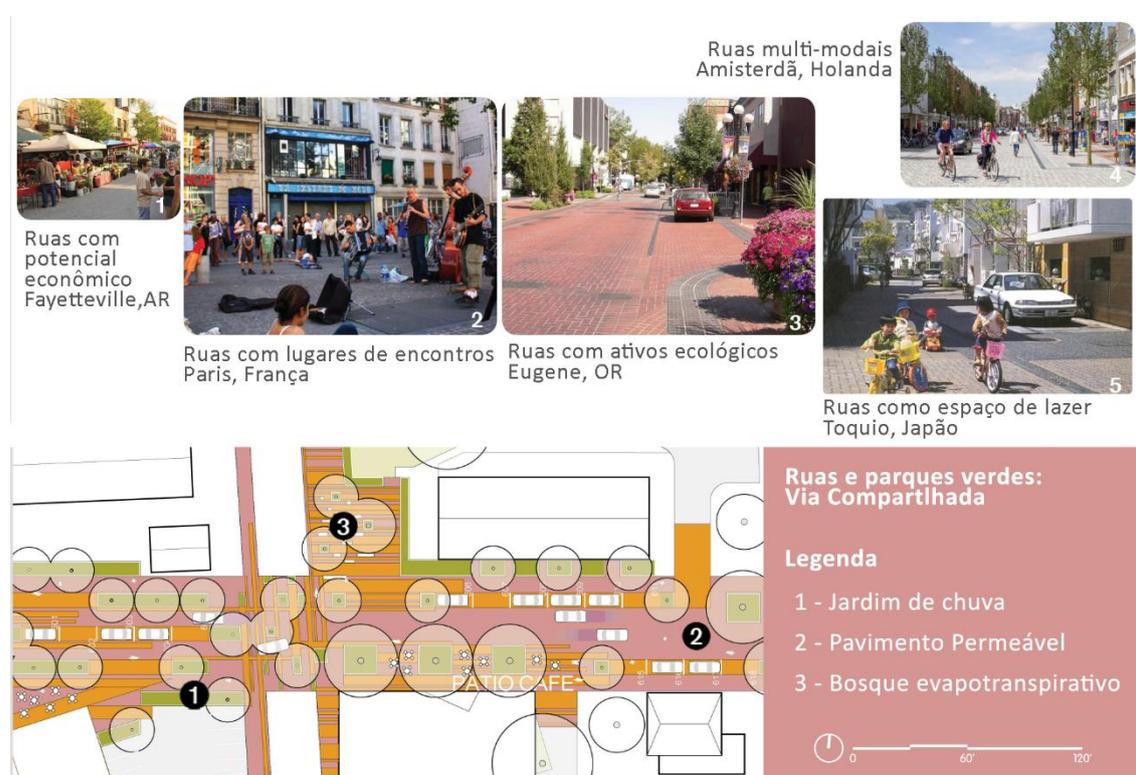


Figura 82 - Infraestruturas e ensaios projetuais de vias compartilhadas para o Parque Markhan.

Fonte: UACDC, 2016, p. 48, trabalhada pela autora.



Figura 83 - Infraestruturas e ensaios projetuais de vias verdes, próximas a corpos hídricos, para o Parque Markhan. Fonte: UACDC, 2016, p. 49, trabalhada pela autora.

Os estacionamentos jardins (Figuras 84 e 85 abaixo) são concebidos para serem espaços de manejo de águas pluviais, drenantes e de remediação da poluição. Esta infraestrutura é constituída por biovaletas, como canais de tratamento e transporte das águas das chuvas; áreas de filtragem de sedimentos, localizadas nas margens da biovaletas, para capturar sólidos suspensos durante seu escoamento; vagas com áreas vegetadas (Figura 86), sendo separadas por trincheiras de vegetação e pedriscos, para evitar a erosão e unificar o escoamento pluvial; montes de vegetação (Figura 87), que favorecem a absorção e evapotranspiração, bem como proporcionam *habitat* às espécies silvestres; e jardins de chuva, localizados próximos aos montes, para complementar o tratamento e a infiltração das águas (UACDC, 2016, p. 51-59). Estas soluções diminuem o impacto da urbanização nos recursos naturais e permitem a ciclagem de nutrientes e intensificação das espécies vegetais nativas, devido ao maior volume de águas infiltradas e qualidade do solo.



Figura 84 - Ensaio de exemplo de cenário de estacionamento jardim. Fonte: UACDC, 2016, p. 59, trabalhada pela autora.

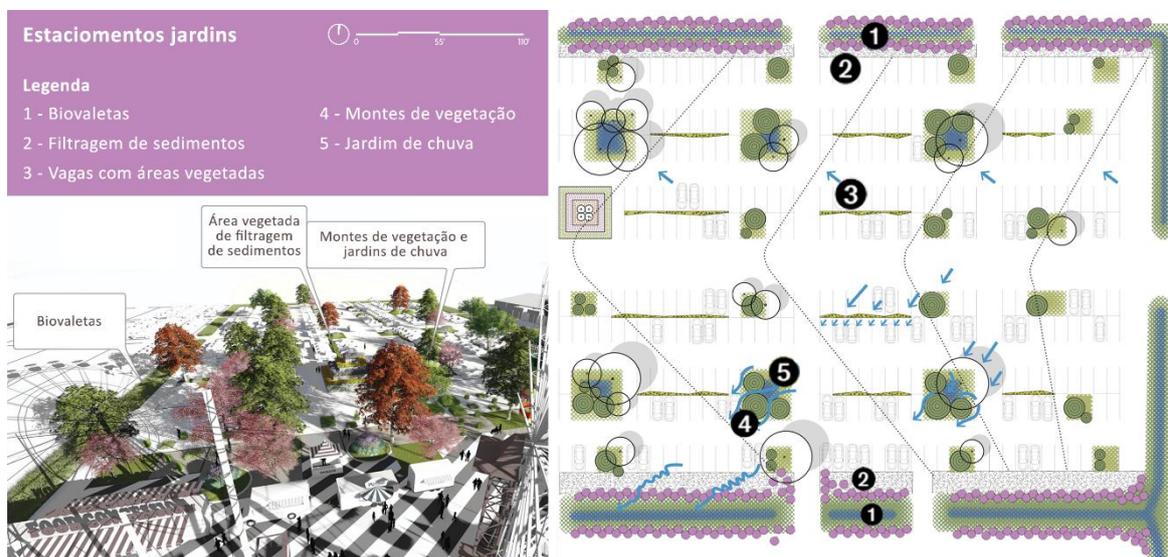


Figura 85 - Ensaio projetuais de estacionamento jardim e dispositivos. Fonte: UACDC, 2016, p. 53-54, trabalhada pela autora.

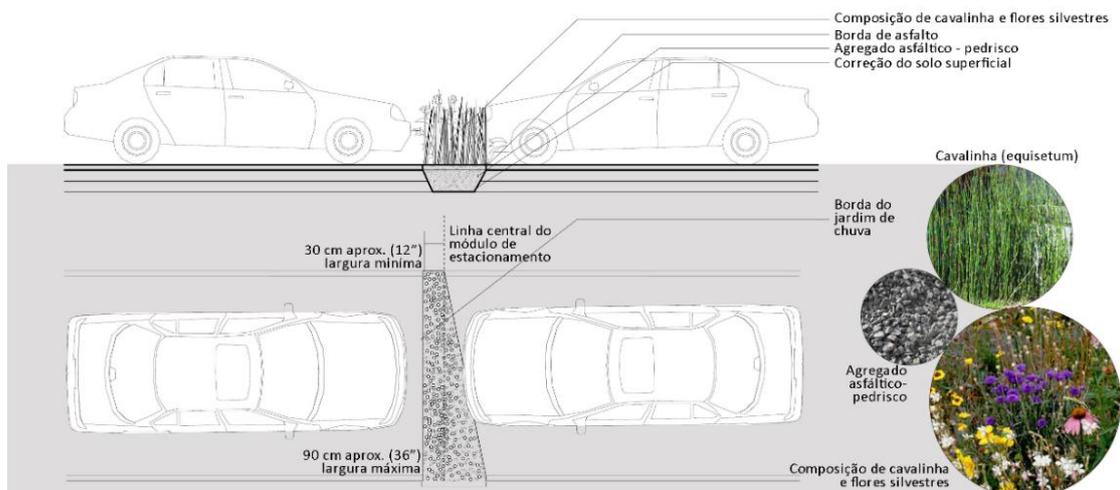


Figura 86 - Desenho em planta e elevação, de jardim de chuva inserido em estacionamento jardim. Fonte: UACDC, 2016, p. 58, trabalhada pela autora.

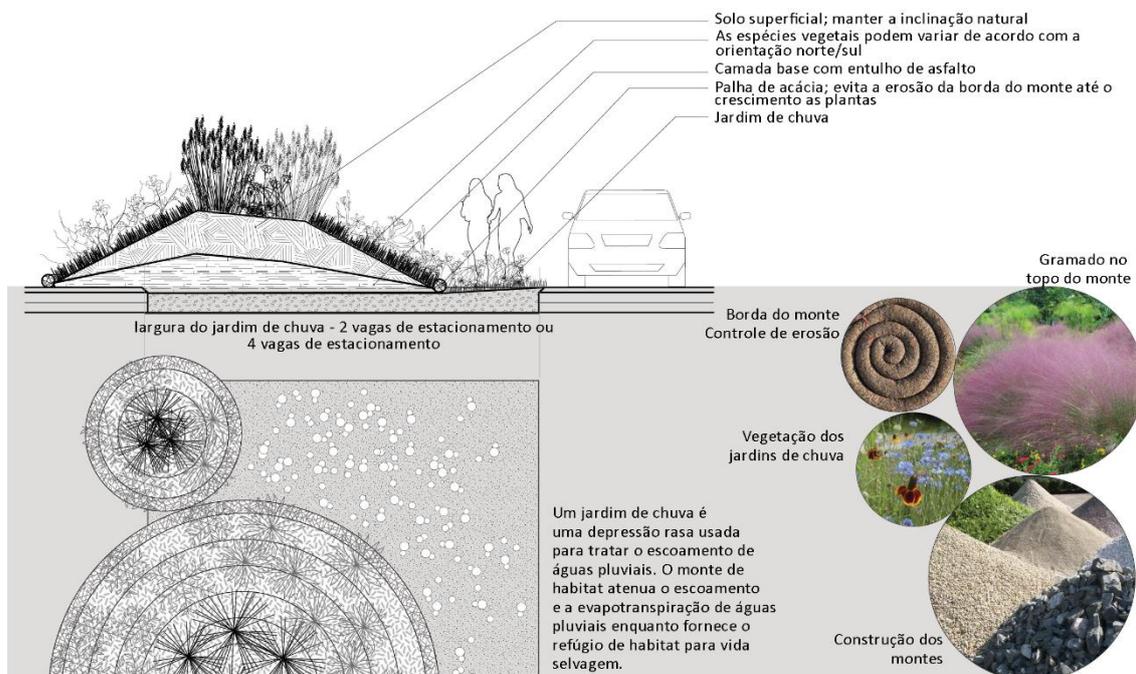


Figura 87 - Desenhos e imagens de montes de vegetação articulados a jardins de chuva em estacionamentos jardins. Fonte: UACDC, 2016, p. 56, trabalhada pela autora.

As fazendas urbanas (Figura 88, abaixo) são propostas para modificar a lógica neoextrativista, com cultivos mais naturais e menos invasivos, próximos aos corredores ribeirinhos — como zonas intermediárias para mitigar os impactos da produção agropecuária intensiva e industrial, como agrotóxicos e concentração excessiva de nutrientes. Os dispositivos que compõem este sistema ou infraestrutura são: faixas ribeirinhas, para recuperação da vegetação nativa e proteção dos corpos hídricos; *wetlands*, áreas úmidas, ou jardins filtrantes, para tratamento dos excrementos

provenientes do gado, quando estes tiverem acesso às margens dos corpos hídricos; áreas de pasto rotativo, para regeneração das pastagens, pela migração sazonal do rebanho; agricultura direta, com técnicas não prejudiciais ao solo, aos nutrientes, à disponibilidade hídrica e que não causem erosão; lagoas de detenção, como áreas de várzea, que recebem as águas pluviais para tratamento e uso posterior na agricultura; controle de fluxo de gado, mediante o uso de piquetes, para diminuir o impacto nas margens dos corpos hídricos e reciclagem do estrume para compostagem; e, cultivo de mexilhões nativos, para reduzir as bactérias e filtrar os nutrientes (UACDC, 2016, p. 61-64). Esta infraestrutura possibilita operações agropecuárias com técnicas ecológicas, de manejo da criação, do cultivo e meios naturais do território.

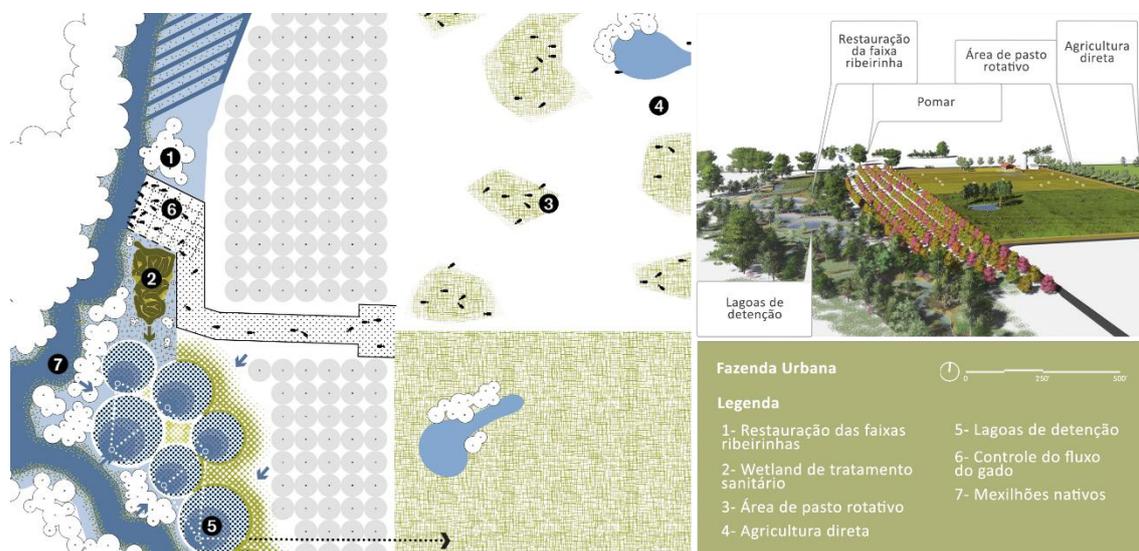


Figura 88 - Ensaio projetual de fazenda urbana. Fonte: UACDC, 2016, p. 63-64, trabalhada pela autora.

Conservação dos espaços urbanos (Figura 89, abaixo) predica o estabelecimento de unidades de vizinhança que articulem diferentes tipologias de habitação — unifamiliar, multifamiliar, uso misto — com áreas recreativas, infraestruturas de remediação e retenção e recuperação de zonas alagáveis. Para a composição deste cenário, as infraestruturas preconizadas são: faixas ribeirinhas restauradas; lagoas de retenção, para captura e tratamento de águas pluviais; campos de filtragem de sedimentos e absorção hídrica; divisão de bairros, a partir de estacionamentos jardins e áreas de recreação com gestão das águas pluviais e dos *habitats*; campos de retenção, através do aprimoramento dos corredores ribeirinhos; espaços recreativos próximos aos corpos d'água, pela recuperação das áreas de inundação; estacionamentos jardins; e mexilhões nativos. O manejo das águas pluviais, nesta infraestrutura, estabelece uma articulação multiescalar de soluções,

com dispositivos dispostos em vias e parques, propiciando caminhabilidade e vivência dos espaços urbanos (UACDC, 2016, p. 66-69).

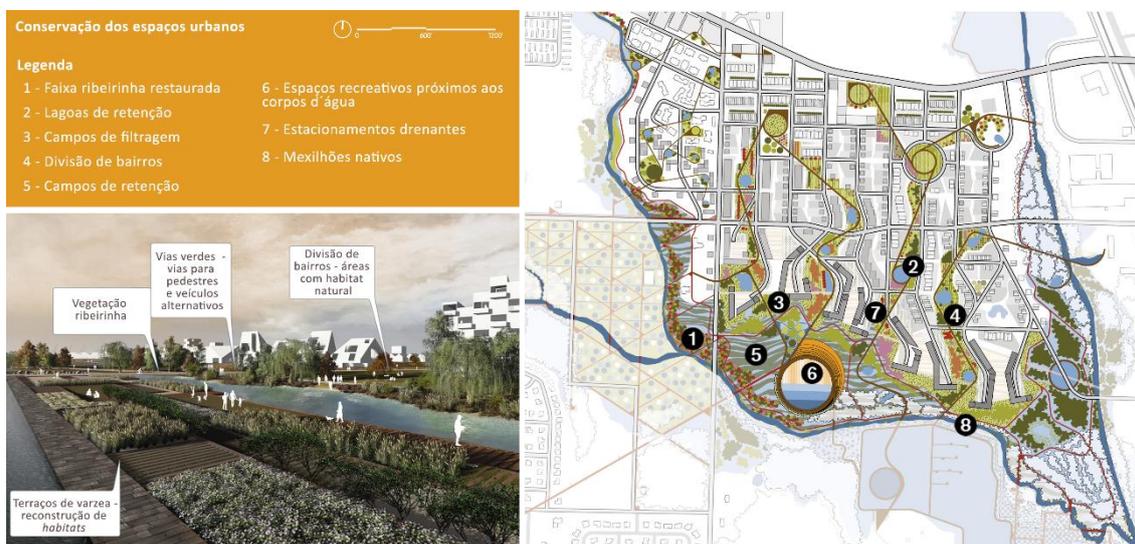


Figura 89 - Infraestruturas e ensaio projetual de áreas de conservação dos espaços urbanos.

Fonte: UACDC, 2016, p. 68-69, trabalhada pela autora.

A recuperação das faixas ribeirinhas e o reflorestamento das espécies nativas, presentes nas infraestruturas adaptativas do plano estruturador, quando vinculadas às infraestruturas de drenagem e às tecnologias de oxigenação das águas possibilitam a integração dos espaços livres e residenciais. Esta articulação de sistemas é evidente na Via Verde da Cidade, que se constitui como uma rede alternativa de mobilidade para pedestres e bicicletas, que conectam parques urbanos e áreas de tratamento (UACDC, 2016).

A Via Verde da Cidade apresenta três setores diferentes: o Campus da Universidade de Arkansas (UAC); o Parque Urbano de Várzea e a Conservação de Áreas Pantanosas e Alagáveis. O Campus da UAC (Figura 90) é proposto por dispositivos hidrológicos e de controle de erosão, em um ambiente pantanoso, com atividades e instalações educacionais e culturais. As ações que compõem este setor são: restauração das faixas ribeirinhas; jardins verticais ribeirinhos, que são paredes de concreto com vegetação; bosques de água resfriada, que são aglomerados arbóreos próximos aos corpos d'água, que colaboram para a regulagem de temperatura; estacionamentos jardins; pontes com dissipadores de energia de fluxos, para os períodos de cheias e inundações; margens com perfil naturalizado, sinuoso e vegetado mediante remoção de paredes de concreto; e, mexilhões nativos, filtrantes e redutores de bactérias nocivas, especialmente *E. coli*. (UACDC, 2016, p. 73-74).

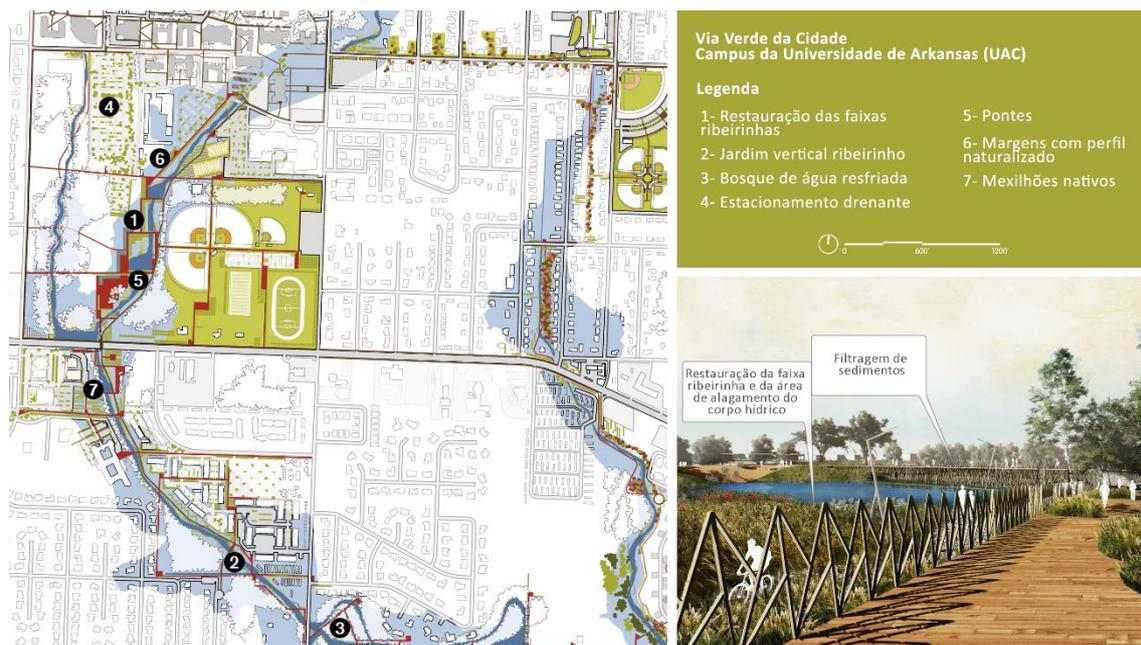


Figura 90 - Ensaio projetual de Via Verde do setor do Campus da Universidade de Arkansas (UAC). Fonte: UACDC, 2016, p. 73-74, trabalhada pela autora.

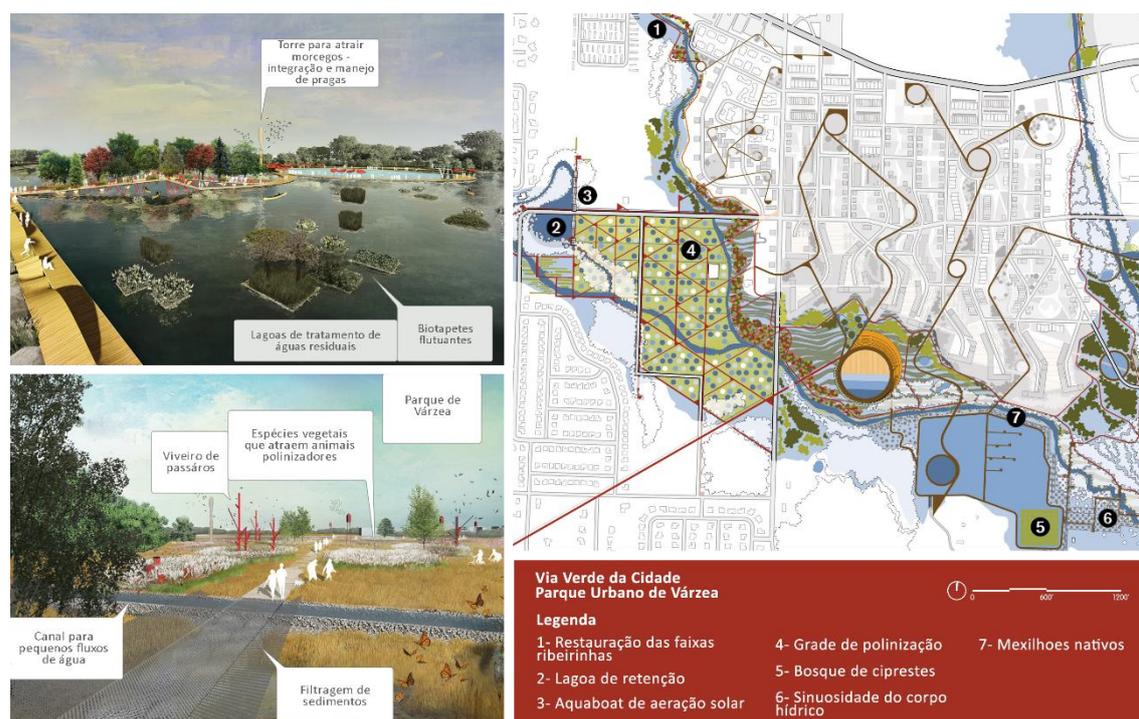


Figura 91 - Infraestruturas e ensaio projetual do setor do Parque Urbano de Várzea. Fonte: UACDC, 2016, p. 75-77, trabalhada pela autora.

O Parque Urbano de Várzea (Figura 91, acima) é composto por ações de restauração das áreas ribeirinhas, com vegetação, áreas permeáveis e espaços para descanso e contemplação; lagoas de retenção para capturar, armazenar e tratar as águas pluviais; *aquaboats* de aeração das águas por energia solar, de modo a aumentar a

oxigenação das águas; grade de polinização — um dispositivo para cultivo em áreas pantanosas, como habitat silvestre e atrativo para polinizadores; bosque de cipreste em áreas propícias a inundações, para prover a purificação do ar e das águas; sinuosidade do corpo hídrico, para ampliar a oxigenação das águas e melhorar o *habitat* aquático; e mexilhões nativos.

A Conservação de Áreas Pantanosas e Alagáveis (Figura 92) apresenta, como infraestruturas: a restauração de áreas pantanosas, para reparar o funcionamento hidrológico e ecológico das várzeas; bosques de ciprestes; filtragem de sedimentos, mediante a plantação de *red twig dogwood* (espécie vegetal) em áreas pantanosas, para purificação das águas; calçadão de filtragem, para retenção de sedimentos e serviços de navegação em áreas úmidas; *aquaboats* de aeração solar; instalações recreativas e educativas, ao longo dos calçadões e trilhas; e mexilhões nativos (UACDC, 2016, p. 73-79).

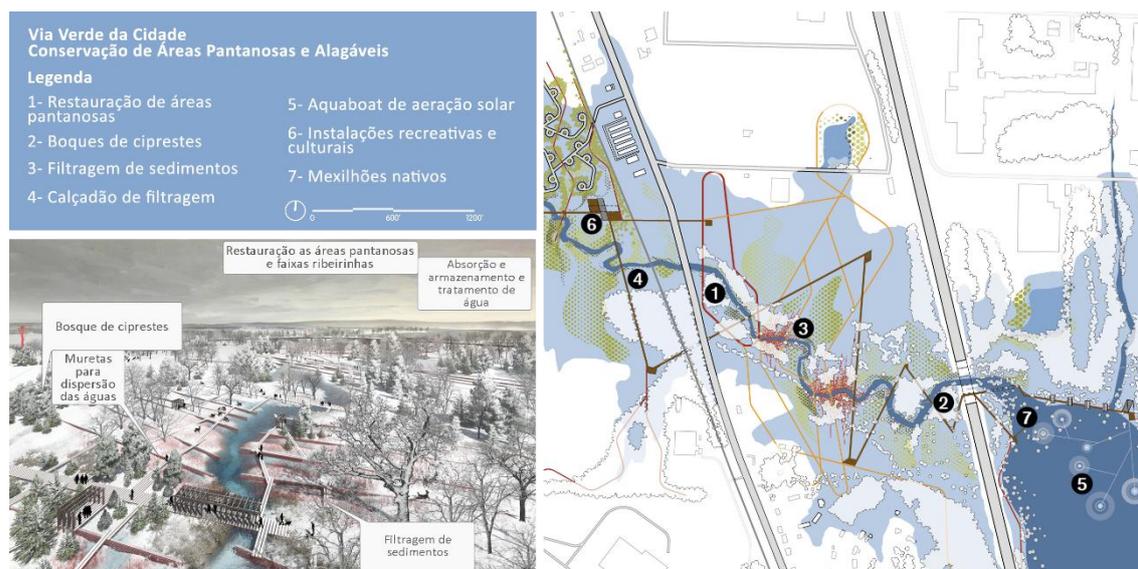


Figura 92 - Infraestruturas e ensaio projetual do setor de Conservação de Áreas Pantanosas e Alagáveis. Fonte: UACDC, 2016, p. 78-79, trabalhada pela autora.

O crescimento urbano e populacional, exemplificado pelo estudo de caso da sub-bacia hidrográfica Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas, favoreceu o consumo excessivo dos recursos naturais, perda da biodiversidade, degradação do ecossistema e da oferta de seus serviços. Como consequência às atividades antrópicas, as cidades enfrentam a falta de equidade social, bem-estar, efeitos das mudanças climáticas e eventos externos, que favorecem os desastres socioambientais. Gradativamente, com a fragmentação da vegetação nativa e descontinuidade de *habitats*, se intensificam as alterações das condições naturais e desequilíbrio dos ecossistemas.

As instalações das infraestruturas e dispositivos de Low Impact Development são propostas para a gestão integrada das águas pluviais, verdejamento urbano e benefícios ecossistêmicos. As ações de reflorestamento, tratamento sanitário, manejo das águas pluviais e recuperação e criação de espaços repercutem no bem-estar humano, na preservação da biodiversidade e ecossistemas, inserindo o caso em análise, da sub-bacia do córrego Little Creek-Palarm, incluindo o Parque Markhan, no universo das Soluções baseadas na Natureza. As ferramentas e estratégias de implementação de intervenções para qualificação de paisagens urbanas, rurais e naturais, resiliência no enfrentamento de riscos de desastres e escassez de recursos naturais, é uma exemplaridade, cujos ensaios propostos apresentam soluções sistêmicas para a concepção territórios em equilíbrio socioambiental.

A metodologia adotada pelo estudo de caso — diagnóstico, setorização e caracterização das áreas de intervenção, plano estruturador de diretrizes e ensaios — demandou a análise territorial multiescalar, a partir da qual apresentou diagnóstico e soluções sistêmicas, passíveis de replicabilidade ao longo do recorte, em toda a sub-bacia. Em intervenções relacionadas à drenagem urbana, as bacias hidrográficas são perímetros fundamentais de planejamento, como delimitações territoriais de gerenciamento das águas. A aplicabilidade de metodologia semelhante, em situações análogas, pode orientar o manejo das águas pluviais, a segurança das bacias hidrográficas e a renaturalização das áreas urbanas e rurais de municípios, ou de uma determinada região.

A reinserção da natureza em zonas rurais e urbanas degradadas, com a articulação e conexão dos espaços livres verdes e azuis, fortificam um pacto socioambiental, estruturam elos sociais e comunitários e fomentam uma metodologia de estudo e implementação de intervenções urbanas de baixo impacto, mas de benefícios mútuos ao ecossistema, à biodiversidade e ao bem-estar humano.

Reinserir a natureza nos territórios antropizados é permitir que esta retorne a sua capacidade de se autoprojetar e de proporcionar continuidade a seus ciclos. As SbN, por meios de ações que se inspiram, mimetizam, favorecem, sustentam e são apoiadas pelas características ecossistêmicas locais, respondem aos desafios sociais, protegem e conservam a biodiversidade e caminham para construção de ecossistemas saudáveis e comunidades resilientes. Estes recursos possibilitam a transformação de um cenário pautado na predominância de infraestruturas cinzas, para uma paisagem planejada pautada pela presença organizadora de sistemas verdes-azuis.

Capítulo 3

Requalificação do Córrego São Sebastião: diagnóstico, prognóstico, diretrizes e ensaios de implementação

Reinsere a natureza no meio urbano e rural é permitir que esta retorne a sua capacidade de se autoprojetar e de proporcionar continuidade a seus ciclos. As Soluções baseadas na Natureza por meios de ações, que favorecem e sustentam as características ecossistêmicas locais, respondem aos desafios sociais, protegem e conservam a biodiversidade e caminham para construção de ecossistemas saudáveis e comunidades resilientes. Esses recursos possibilitam a transformação de um cenário pautado na infraestrutura cinza para uma paisagem planejada por um sistema verde-azul.

Este capítulo apresenta como objetivo realizar o diagnóstico, prognóstico, diretrizes e ensaios de implementação de um sistema verde-azul na Sub-Bacia do Córrego São Sebastião, no município de Barretos, SP, que atualmente se encontra desprotegido da mata ciliar, parcialmente encoberto pelo tecido urbano e perdendo suas características ecossistêmicas.

Para alcançar os objetivos, em primeira instância se fez necessário delimitar um recorte circunstanciado pautado na delimitação da sub-bacia do Córrego São Sebastião, na delimitação da Área de Preservação Permanente (APP); e na delimitação da malha urbana de influência direta e indireta do córrego. A partir desta delimitação, o diagnóstico foi realizado a partir dos parâmetros urbanísticos do Plano Diretor, análise cartográfica e investigação da topografia da sub-bacia, dos usos dos solos, dos gabaritos predominantes, dos espaços livres verdes e da relação de cheios e vazios.

Os espaços livres verdes, públicos e privados, se apresentaram como elementos importantes para a transformação da paisagem, pautados na Infraestrutura Verde e na abordagem de polos, fragmentos e conexões (Benedict e McMahon, 2006), que são ancoradouros de um sistema verde-azul, por aflorar os sistemas naturais de maneira multiescalar e articulada. Como resultado da vinculação do diagnóstico e dos conceitos de Infraestrutura Verde e de Soluções baseadas na Natureza foi proposto diretrizes ao recorte circunstanciado relativo nas infraestruturas azuis, que abarcam a requalificação do córrego e de suas margens; infraestruturas verdes, que dispõem de ferramentas de drenagem ecológica e verdejamento urbano; infraestruturas cinzas, que apresentam a adaptação das infraestruturas existentes para infraestruturas de baixo impacto; e Áreas de Proteção

Permanente (APP), que propõe diretrizes de ocupação dos lotes que estão na APP do recorte circunstanciado. As diretrizes foram segmentadas em quatro, porém as infraestruturas se entrelaçam na paisagem de devido a importância que uma exerce sobre a outra, porém as infraestruturas azuis e verdes predominam no território de maneira sistêmica.

O ensaio de implementação do recorte circunstanciado do Córrego São Sebastião propõe que este corpo d'água seja um capilar exemplar passível de abarcar soluções sistêmicas e passíveis de serem replicadas em territórios análogos, para o manejo adequado das águas pluviais, melhoria da qualidade e quantidade hídrica e verdejamento dos espaços urbanos. O sistema verde-azul possibilita uma acupuntura urbana, com a pulverização de soluções de baixo impacto no território, e sutura urbana, em situações que promovam a conexão dos espaços livres verdes e institucionais de grande envergadura ao território, bem como possíveis limiares à construção de edificações e intervenções urbanas que deterioreem os corpos hídricos, à preservação dos ecossistemas em áreas urbanas e a resiliência da bacia hidrográfica.

3.1. Bacia hidrográfica, Área de Preservação Permanente (APP) e malha urbana: delimitação do recorte circunstanciado

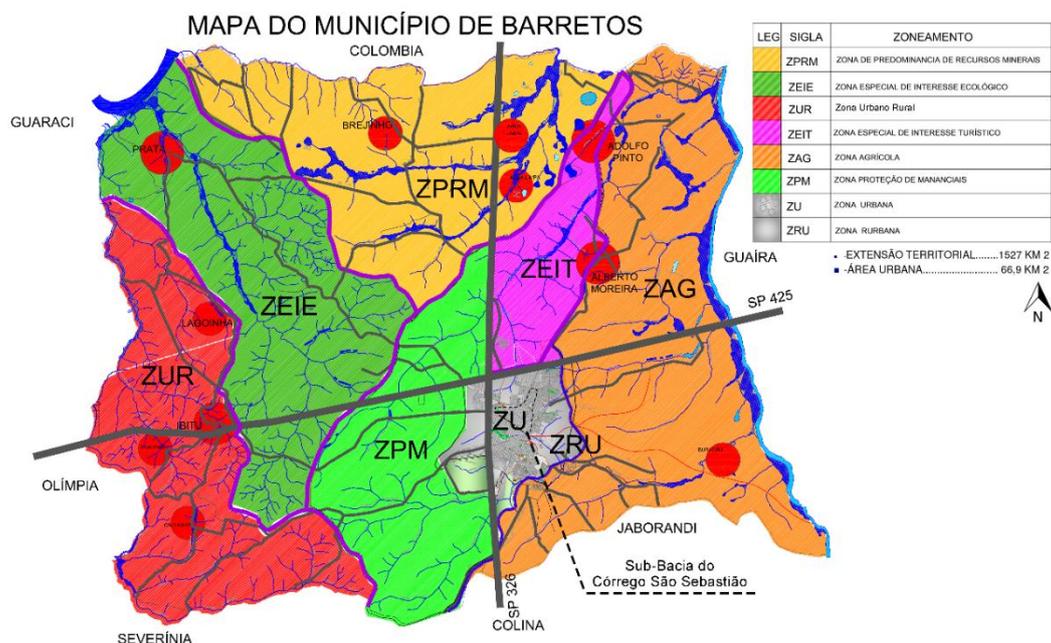


Figura 93 - Mapa de Zoneamento do Município de Barretos, SP, de acordo com o Plano Diretor.

Fonte: Prefeitura do Município de Barretos, em Câmara Municipal de Barretos, 2006, Anexo 2, trabalhada pela autora.

O Plano Diretor de Barretos (2006, p. 132) estabelece a divisão territorial do município em: área urbana de intensiva ocupação, que induz a consolidação e a densificação; área urbana de uso semiextensivo, que predica a baixa densidade e cinturões verdes como áreas de proteção e preservação, incentiva a produção econômica sustentável, bem como a gestão ambiental; e área rural, com uso extensivo da terra e destinado a práticas agroindustriais, agroecológicas e turísticas, de baixo impacto. Esta divisão é definida a partir de oito macrozonas (Figura 93, acima), de usos constantes, sendo: Zona de Predominância de Recursos Minerais (ZPRM); Zona Especial de Interesse Ecológico (ZEIE); Zona Urbana Rural (ZUR); Zona Especial de Interesse Turístico (ZEIT); Zona Agrícola (ZAG); Zona de Proteção de Mananciais (ZPM); Zona Urbana (ZU); e Zona Rurbana (ZRU), sendo, que nas duas últimas zonas se localiza o Córrego do Aleixo e seus afluentes, e cujas características serão expostas adiante.

O Macrozoneamento de Gestão Ambiental do Município (MGA), por sua vez, considera a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão ambiental, devido às características fisiográficas e socioespaciais e segue a classificação realizada pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Baixo Pardo/Grande das micro bacias estruturantes do território. As macrozonas são (Figura 94): 1. MGA Ribeirão Pitangueiras, na qual o Córrego do Aleixo e seus afluentes estão localizados; 2. MGA do Córrego das Pedras ou Mandí; 3. MGA do Ribeirão Anhumas; 4. MGA do Córrego do Rio Velho; 5. MGA do Córrego do Barro Preto; e 6. MGA do Córrego da Onça (Barretos, 2006, p.133).

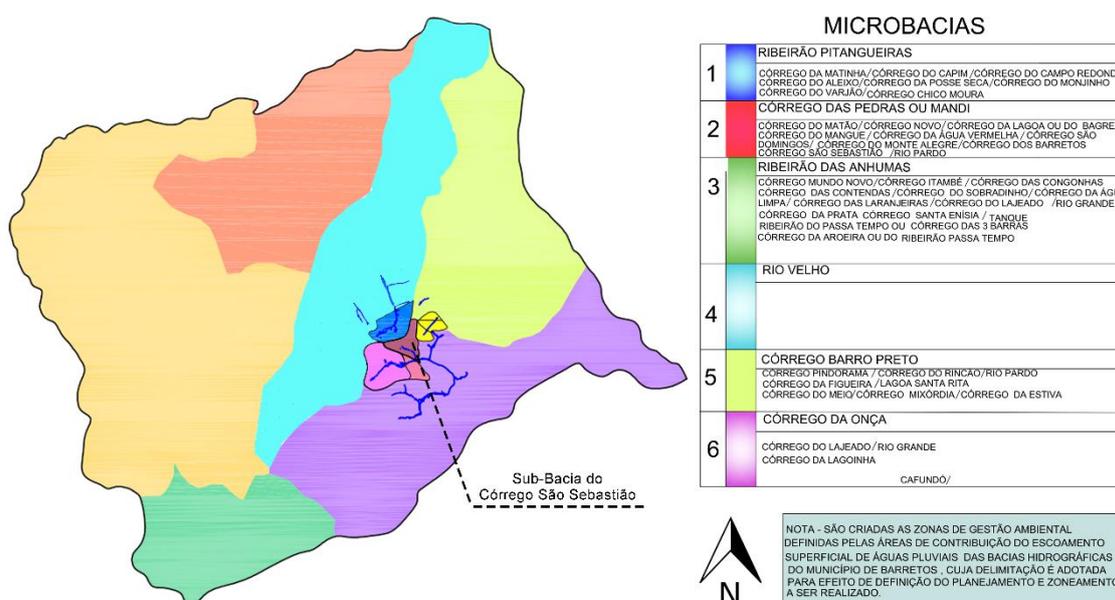


Figura 94 - Mapa do Macrozoneamento de Gestão Ambiental do Município de Barretos, SP. Fonte: Prefeitura do Município de Barretos, em Câmara Municipal de Barretos, 2006, Anexo 6, trabalhada pela autora.

O Córrego do Aleixo apresenta sua nascente e quatro de seus afluentes em áreas rurbanas e três afluentes em área urbana (Figura 95), sendo que dois estão tamponados e o terceiro, nomeado Córrego São Sebastião, está parcialmente a céu aberto.

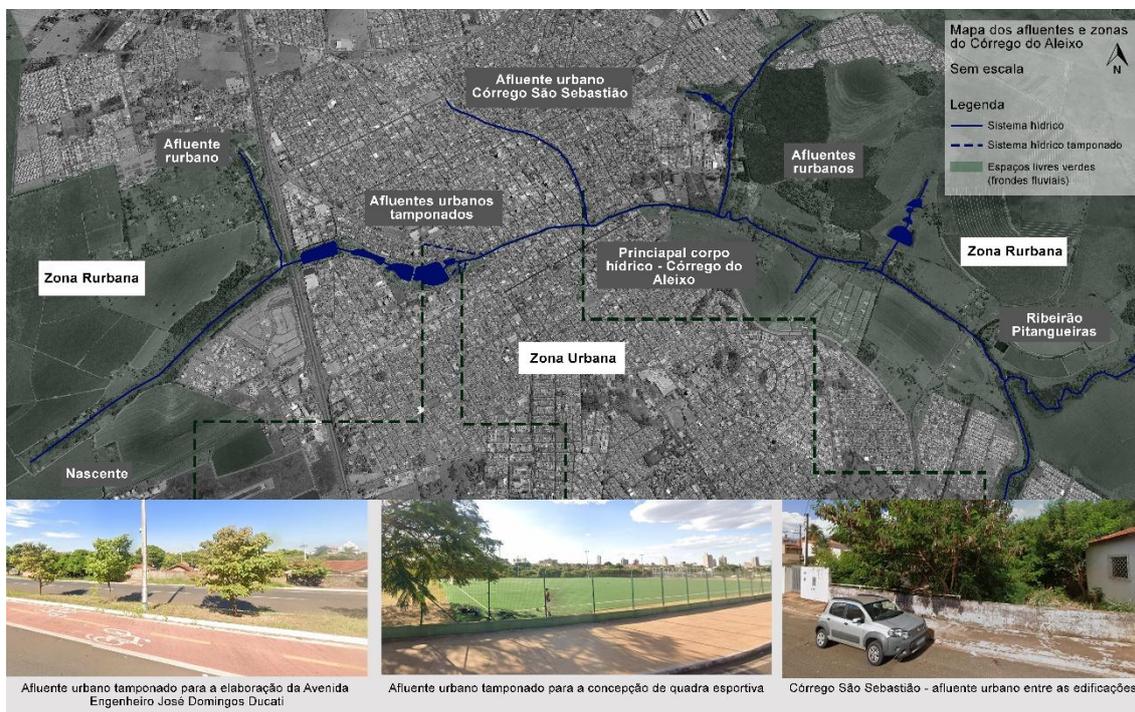


Figura 95 - Imagem aérea assinalando o Córrego do Aleixo em sua porção em área urbana e arredores rurbanos. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024 e Paggiaro; Moni, s.d..

As áreas rurbanas do município apresentam produção agropecuária e, conforme o Plano Diretor (Barretos, 2006), é predicado o incentivo à ocupação fundamentada em uma economia sustentável, mas que responda aos instrumentos tributários rurais (ITR). Na área rural (Barretos, 2006), por sua vez, é permitido o uso extensivo da terra, com predominância de atividades agroindustriais, agroecológicas e turísticas. Estes predicados, sem fiscalização e gestão ambiental, facilitam a destruição de biomas, enfraquecimento da biodiversidade, poluição dos solos e das águas por agrotóxicos, excessivo consumo de água. Quanto aos afluentes rurbanos do Córrego do Aleixo, estes estão sob a coerção da inconstância do crescimento urbano e dos impactos das atividades rurais, bem como de seus desdobramentos industriais e festivos, que apresentam um contrato com o território e com o mercado econômico de difícil solução.

A bacia do Córrego do Aleixo dispõe de conflitos relacionados à conservação da biodiversidade e preservação dos ecossistemas, devido ao crescimento urbano, impermeabilização do solo e relevância da cultura agropecuária, que impactam na contaminação da água, do solo e dos alimentos e eutrofização dos corpos d'água, que

provocam assoreamento, perda de oxigênio e mortalidade de espécies aquáticas. Este contexto apresenta o Córrego do Aleixo como sistema hídrico frágil e com prejuízos ecossistêmicos, aspectos que dificultam a reconciliação da paisagem antrópica com os meios naturais. Por sua vez, o fato de que o córrego e os seus afluentes estarem parcialmente a céu aberto, facilita sua requalificação, a partir de infraestruturas verdes e azuis, que poderiam ser pulverizadas no território, de maneira sistêmica.

Partindo da premissa de que os afluentes operam como capilares, ou seja, como estruturas do sistema hídrico — que influenciam no volume, no fluxo e na qualidade da água — entende-se que qualificar um capilar seja uma solução imediata à restauração dos ecossistemas, dos corpos hídricos, suas margens e áreas de influência, bem como, uma manifestação exemplar, que poderia ser pulverizada em toda a cidade, por replicabilidade — considerando que o presente trabalho se volta para o potencial ambiental dos rios urbanos. Para demonstrar esta possibilidade, se fez necessário elencar um afluente do Córrego do Aleixo, bem como delimitar um recorte para diagnóstico aproximado do corpo d'água e das pressões às quais é submetido, a partir do que se elencou uma área que contemplasse particularidades e as coerções exercidas pelo território. Para tanto, elegemos o Córrego São Sebastião como exemplaridade, situado no perímetro urbano.

O Córrego São Sebastião contempla potencial de requalificação, sendo o afluente urbano de maior dimensão e estando a céu aberto, na sua maior porção, situado em um tecido urbano consolidado, o que possibilita uma análise precisa, diferente dos outros afluentes urbanos, que foram ocultados da paisagem, devido ao tamponamento de seu leito para construção de vias, edificações e área esportiva. Inundações e alagamentos em determinados setores às margens deste córrego são repercussões do adensamento urbano e da impermeabilização do solo, que influem na qualidade das águas pela poluição difusa carregada pelas chuvas; ocorre, simultaneamente, a fragmentação da vegetação nativa em prejuízo de habitats da vida selvagem e presença, em sua foz, da poluição por agrotóxicos carregados pelo Córrego do Aleixo e seus afluentes rurbanos.

Os corpos d'água, como componentes intrínsecos da paisagem urbana de Barretos — cujo potencial de qualificação é estratégico na perspectiva socioambiental — têm o potencial de, em certa medida, renaturalização dos sistemas verdes e azuis, possibilitando espaços vivos e saudáveis. Para a concepção de um sistema indutor de renaturalização no território, partiu-se da delimitação de recortes circunstanciados, que apresentassem situações exemplares da sub-bacia do Córrego São Sebastião, em setores de influência direta e indireta, a partir do que foi possível realizar um diagnóstico e posterior lançamento

de diretrizes, no sentido de fortalecer bases para um planejamento da paisagem urbana em conexão com sistemas hídricos e vegetais articulados.

Aflorar a natureza no meio urbano, a partir de políticas públicas participativas que estejam ancoradas a necessidades e potencialidades do território, permite que estas atuem de forma vigorosa, para que, de fato, possam ocorrer transformações na paisagem que influenciem relações socioambientais e culturais. Este trabalho vai no sentido de uma aproximação ao território cuja metodologia constitua insumos para ações futuras desta natureza.

A delimitação dos recortes circunstanciados foi pautada, considerando:

- a delimitação da sub-bacia do Córrego São Sebastião (Figuras 96 e 113);
- a delimitação da Área de Preservação Permanente (APP) do córrego;
- a delimitação da malha urbana de influência direta. Entendeu-se por área de influência direta quadras que são cortadas, lindeiras ou imediatamente próximas ao córrego (Figura 117);
- a delimitação da malha urbana de influência indireta. Entendeu-se por área de influência indireta quadras relativamente próximas, com espaços livres verdes de dimensão significativa (Figura 118).

Realizada esta proposta de delimitação, a investigação se orientou, simultaneamente, pela topografia da sub-bacia (Figura 107), pelo zoneamento proposto pelo Plano Diretor (Figura 109), pelos usos do solo (Figura 110), gabaritos predominantes (Figura 111), espaços livres verdes (Figura 112) e relação de cheios e vazios (Figura 113).

No planejamento territorial, as bacias hidrográficas são consideradas unidades básicas de planejamento, para análise, elaboração de planos, programas e ações de gestão (Carvalho, 2020). A delimitação espacial, por meio das bacias hidrográficas, contempla os meios físicos, bióticos e antrópicos, que estrutura uma análise fundamentada nos ecossistemas, geomorfologia, uso dos solos, hidrologia, solo e conflitos socioambientais e culturais (Lengler; Stamm, 2012). Por outro lado, as Áreas de Preservação Permanente são dispositivos legais de gestão dos recursos hídricos. Partindo destas considerações, entendemos, também, que os tecidos urbanos lindeiros a córregos são estratégicos para a compreensão, gestão e usufruto da paisagem urbana, potencialmente capazes de promover, de modo imediato, conexões importantes da natureza na cidade, em nível local e imediato. Esta premissa aponta para ações de menor escala, passíveis de realização imediata e que, se realizadas de modo sistêmico, podem

alterar significativamente paisagens urbanas (Cypriano, 2024). A Figura 96, abaixo, apresenta a delimitação da sub-bacia do Córrego São Sebastião:

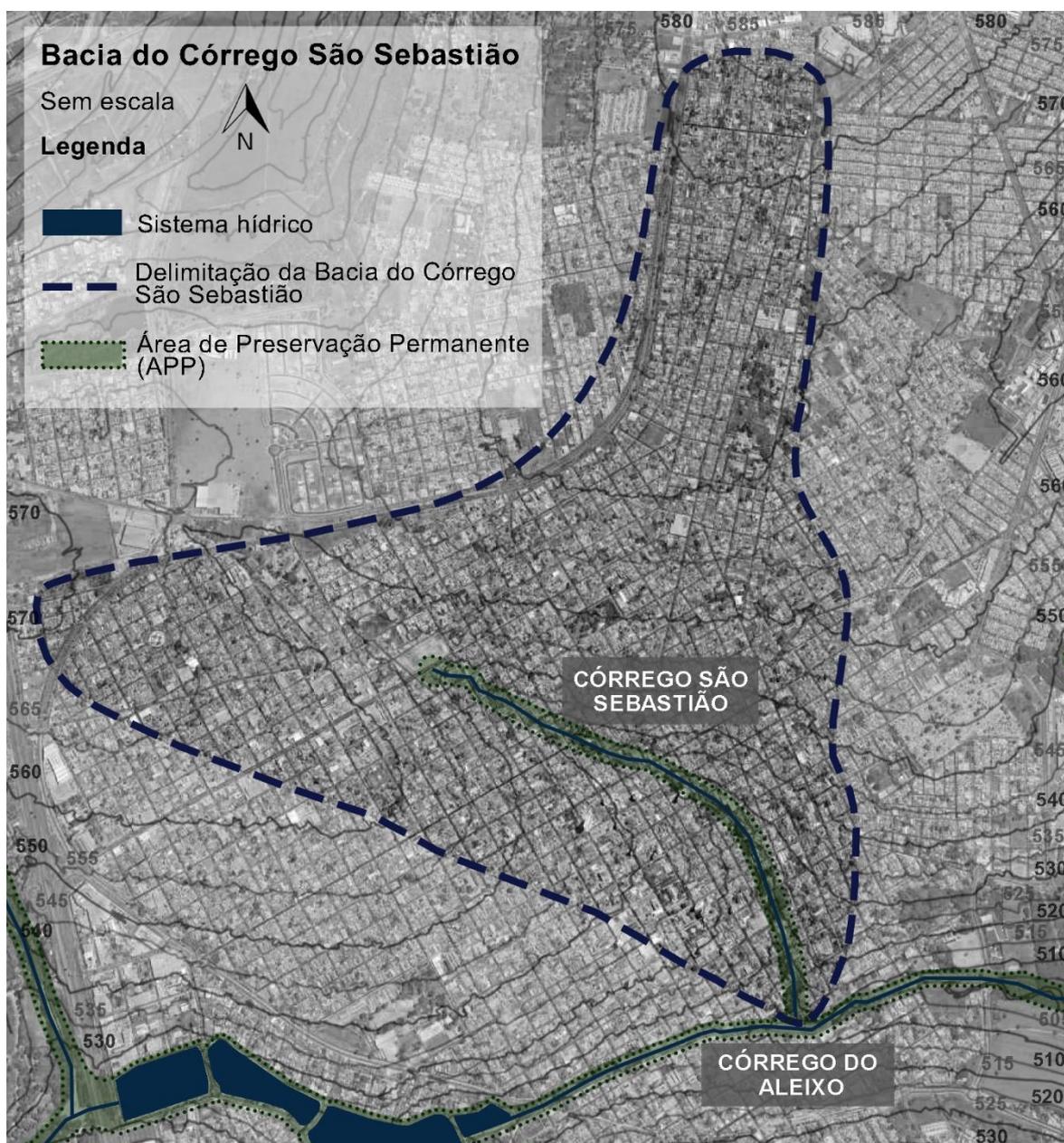


Figura 96 - Imagem aérea da sub-bacia do Córrego São Sebastião e delimitação de sua Área de Preservação Permanente, com curvas de nível graficamente sobrepostas. Fonte: Autoral, a partir de Google Earth, 2024; Paggiaro; Moni, s.d.; Prefeitura de Barretos, s.d..

A sub-bacia do Córrego São Sebastião contempla a área aproximada de 41 km², ou seja, aproximadamente, 4.100 hectares. Este recorte fundamenta planos de drenagem e tem o potencial de orientar a articulação de sistemas de espaços livres, especialmente os verdes, no sentido de proporcionar um ambiente urbano com qualidade ambiental.

Veremos, posteriormente, as diretrizes que buscamos estabelecer para estes dois aspectos.

A delimitação da APP foi configurada a partir da distância de 30 metros em relação ao centro do córrego, em direção a ambas as margens, conforme é estabelecido legalmente pelo Código Florestal (Brasil, 2012). A Lei Federal 14.285 (Brasil, 2021), por sua vez, predica que as APP's lindeiras aos corpos d'água em área urbana podem ser determinadas pelos Planos Diretores e pelas leis municipais de uso e ocupação do solo, permitindo sua ocupação, desde que as diretrizes estejam de acordo com os conselhos estaduais e municipais de gestão ambiental. A lei ainda permite as edificações nas faixas marginais de curso d'água, desde que a área urbana consolidada disponha dos seguintes critérios: estar incluída no perímetro urbano, delimitado pelo Plano Diretor da cidade ou lei municipal específica; dispor de sistema viário implementado; estar organizada em quadras com lotes predominantemente edificados; apresentar uso predominantemente urbano, como residencial, comercial, industrial, institucional, misto ou direcionado à prestação de serviços; e dispor de no mínimo duas infraestruturas urbana implementados, como: distribuição de energia elétrica e iluminação pública; drenagem de águas pluviais; esgotamento sanitário; abastecimento de água potável; e limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos (Brasil, 2021).

O Plano Diretor de Barretos (2006) prescreve, na Seção IV – Das Redes Hídricas e Corredores de Integração Ecológica, uma largura mínima de 30 metros ao longo das margens dos cursos d'água em projetos e programas que propiciem transformações urbanas estruturais e que promovam a preservação da biodiversidade:

Para a implementação dos objetivos e programas de Corredores de Integração Ecológica e recuperação ambiental, fica prevista uma faixa de largura mínima de 30 (trinta) metros ao longo de cada uma das margens dos cursos d'água, fundos de vale ou talvegues do conjunto das redes hídricas que configuram o espaço urbano e municipal, devido às características geológicas, conforme as diretrizes estabelecidas na Seção V. (Barretos, 2006, Seção IV, art. 110)

O Córrego São Sebastião, embora em sua maior porção esteja a céu aberto, é caracterizado pela ocupação de sua APP. Conforme predica a referida lei federal (Brasil, 2021) seria bastante improvável a implantação de Corredor de Integração Ecológica na largura predicada pelo próprio Plano Diretor (Barretos, 2006). Assim, parece claro que

propostas de incremento verde e azul perante as infraestruturas cinzas existentes, deve se submeter a um escrutínio quadra a quadra, como pretendemos realizar. Desse modo, iniciamos pelo exame da rede de transportes.

A Seção V (Barretos, 2006) se refere às Redes de Acessibilidade, Mobilidade e Transporte Público, que ordena o território a partir da circulação urbana, sendo a dos automóveis e transportes de carga as mais favorecidas. Dentro de seus objetivos e princípios, além de beneficiar o automóvel e a integração dos modais de transporte, declara como propósito a melhoria de vida urbana; prioridade no transporte coletivo, de pedestres e ciclovias; e redução dos deslocamentos, consumo energético para diminuir os impactos ambientais.

Nota-se uma certa contradição entre a priorização que se dá ao sistema de transportes e em especial ao viário automotivo e de cargas perante o planejamento a partir das bacias hidrográficas, como estabelece a mesma lei. Como evidências, salienta-se que a malha urbana de Barretos é predominantemente hipodâmica quadrangular, portanto indiferente, em certa medida, à própria drenagem de águas pluviais, bem como sua estrutura atravessa, de modo independente, os cursos d'água afluentes a norte do Córrego Aleixo, dentre os quais o Córrego São Sebastião.

O sistema viário e de circulação da cidade é organizado a partir da seguinte hierarquia viária (Barretos, 2006) (Figura 97):

- Rodovias: vias de ligação regionais e interurbanas, como Rodovias Estaduais, Rodovias Municipais e Estradas Vicinais, que podem ser utilizadas por transporte de passageiros e cargas;
- Vias Arteriais: vias de ligação interurbana e áreas de transição urbana, que permitem deslocamento rápido para diversos setores da cidade, podendo ser utilizados por transporte público, transporte de cargas pesadas e veículos particulares;
- Vias Coletoras: vias que conectam e distribuem o fluxo das vias arteriais para as locais, que podem ser utilizadas transporte público, transporte de carga limitado e veículos particulares;
- Vias Locais: vias localizadas em áreas residenciais para uso de veículos particulares;
- Vias de Acesso: vias de acesso a lotes, definidas de acordo com o loteamento e de maneira a dar continuidade a malha viária;

- Ciclovias: sistema organizado por ciclovias, com via exclusiva ao tráfego de bicicletas, e por ciclofaixas, com vias contíguas ao tráfego motorizado;
- Vias de Pedestres: via destinada a uso exclusivo de pedestres, com mobiliário urbano e áreas verdes.

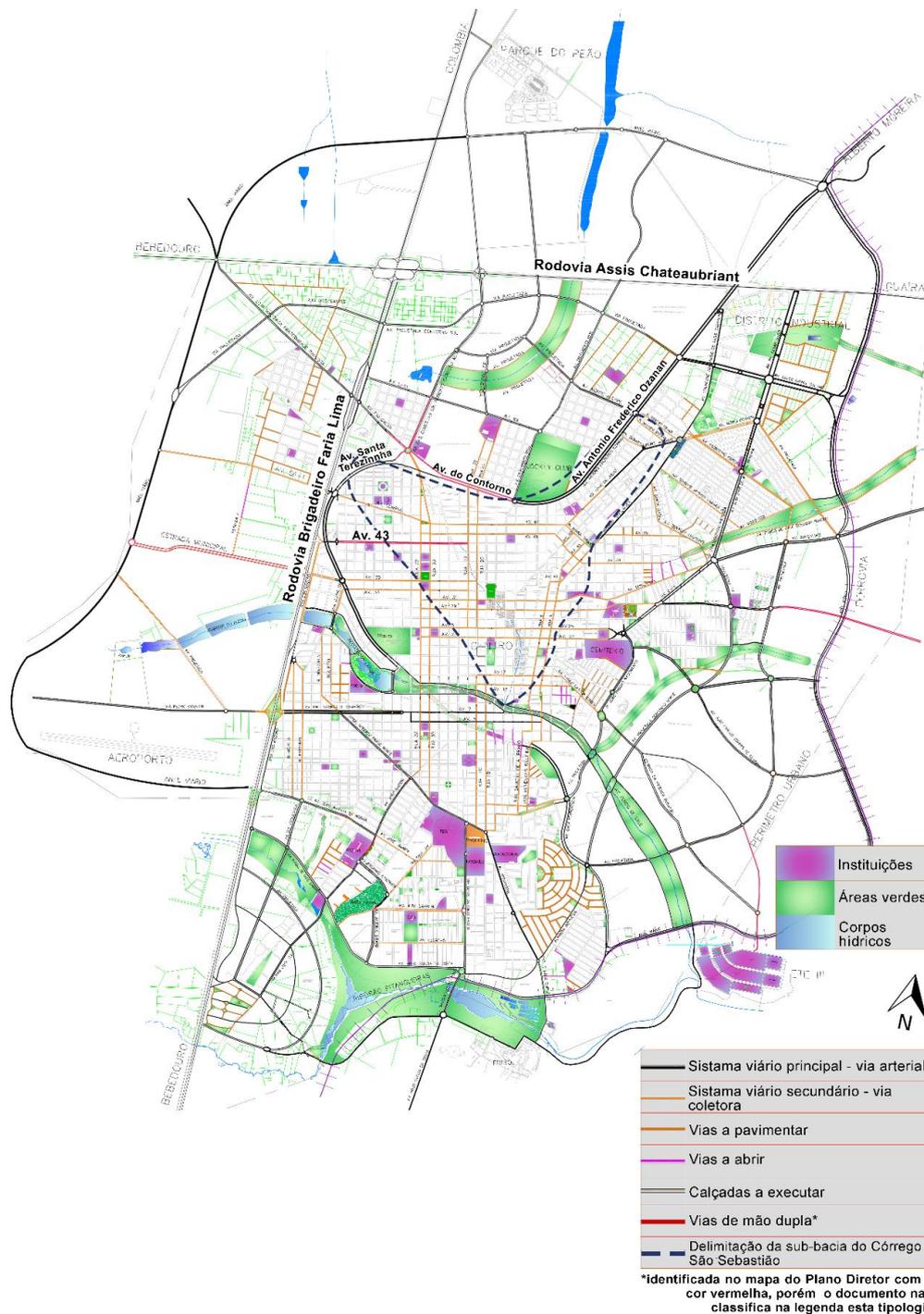


Figura 97 - Mapa de indicação do sistema viário, instituições e áreas verdes da cidade de Barretos, SP. Fonte: Prefeitura do Município de Barretos, em Câmara Municipal de Barretos, 2006, Anexo 6, trabalhada pela autora.

A bacia do Córrego São Sebastião é delimitada por vias arteriais, sendo a norte, a Avenida Antônio Frederico Ozanam, que atua quase como o divisor de águas das bacias do Córrego São Sebastião e do Córrego São Domingos (Figura 98) e a sul a via de Fundo de Vale, as margens do Córrego do Aleixo. A Avenida 43 (Figura 99) é caracterizada por faixas de rolamento em dois sentidos. As vias coletoras presentes no território, assinaladas de laranja na Figura 97, acima, apresentam duas configurações: a primeira, com estacionamento dos dois lados e uma faixa de rolamento alargada em um só sentido (Figura 100) e a segunda, com estacionamento dos dois lados e duas faixa de rolamento no mesmo sentido (Figura 101).

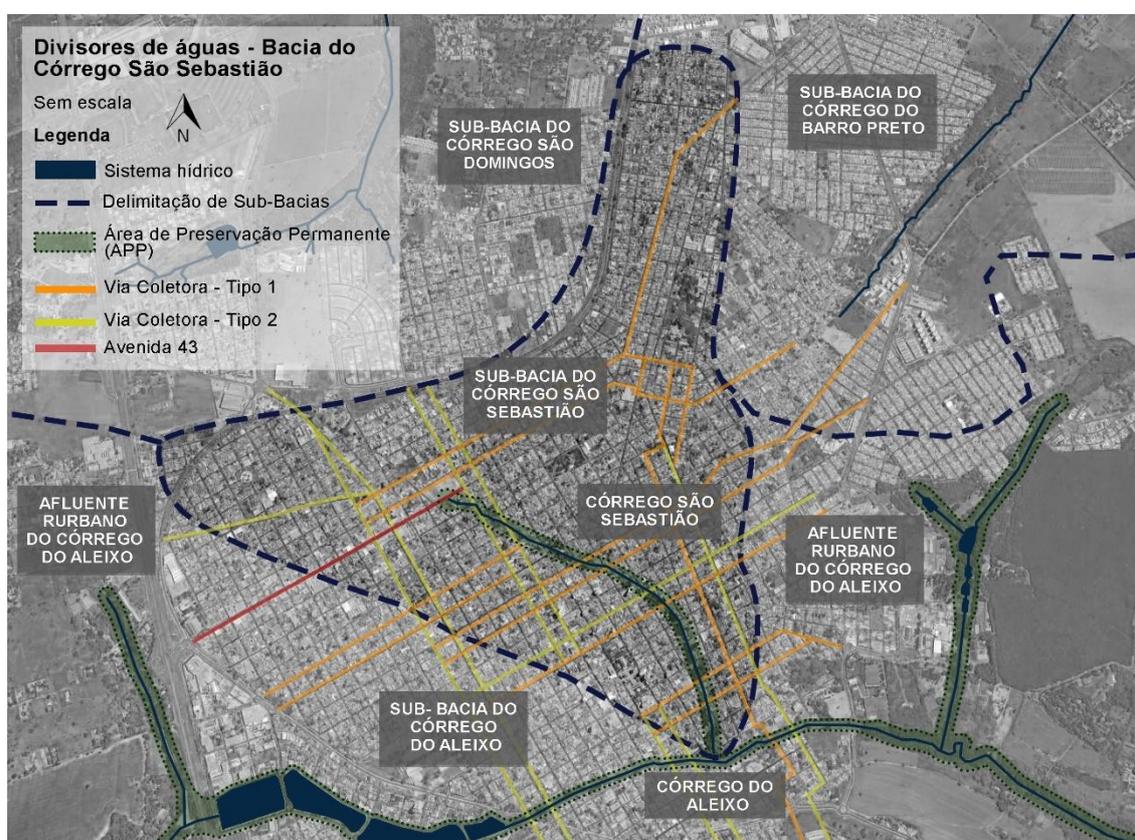


Figura 98 - Imagem aérea da sub-bacia do Córrego São Sebastião e delimitação de sua Área de Preservação Permanente, indicação de sub-bacias envoltórias e delimitação do sistema viário principal. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Paggiaro; Moni, s.d. Barretos, 2006 e Prefeitura de Barretos, s.d., trabalhado pela autora.



Figura 99 - Corte esquemático avenida 43. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024.

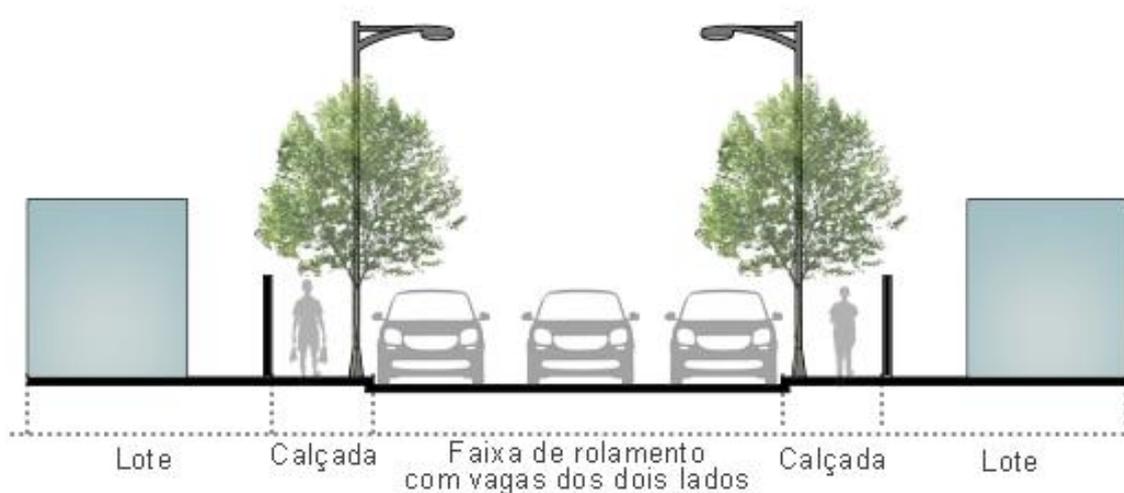


Figura 100 - Corte esquemático da configuração 1 da via coletora. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024.

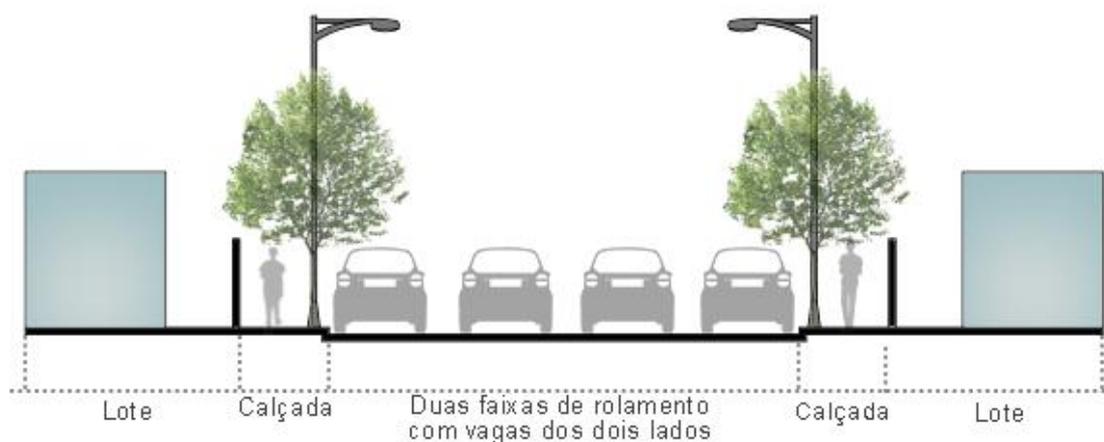


Figura 101 - Corte esquemático da configuração 2 da via coletora. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024.

O sistema viário presente no território, conforme classificado pelo Plano Diretor (Barretos, 2006), privilegia os automóveis e contribui para a impermeabilização do solo, consequentemente, favorecendo a ocorrência alagamentos, enchentes e inundações,

como é o caso da foz do Córrego São Sebastião e da Praça Primavera, como será exposto. No entanto, a articulação dos objetivos relacionados às Redes Hídricas e Corredores de Integração Ecológica do próprio Plano Diretor se apresentam como um caminho passível de ação, no sentido de articular elementos naturais à cidade, cujos objetivos podemos resumir como: produção de cidade intencionando o processo de desenvolvimento sustentável; proteção e preservação da biodiversidade e dos sistemas naturais; incentivo a projetos e ações de Corredores de Integração Ecológica para articular praças e parques aos fragmentos urbanos por meio do sistema de áreas verdes e arborização urbana, de maneira acessível a toda a população; implantação da renaturalização das APP's e dos sistemas hídricos; recuperação da mata ciliar e manutenção das áreas verdes existentes; ampliação das áreas verdes permeáveis lindeiras ao longo dos fundos de vale; incentivo a recuperação de áreas degradadas ao longo de cursos d'água, preservação das nascentes do município e saneamento ambiental; evitar uso de corredores viários estruturais ao longo de cursos d'água; incentivo a projetos urbanos regionais por sub-bacias e projetos urbanos comprometidos com o meio ambiente; estímulo à participação da comunidade aos programas ambientais (Barretos, 2006, art. 109).

Os propósitos abordados fortificam a importância de articular a sub-bacia do Córrego São Sebastião e sua APP para a gestão das águas pluviais e recuperação de suas margens, bem como recuperar áreas verdes para permeabilidade das águas, proteção da biodiversidade e retorno das características ecossistêmicas locais.

Através da malha urbana, terceira camada para elaboração do recorte circunstanciado, demarcamos a área de interesse direto e de impacto primário referente ao Córrego São Sebastião. Para não fragmentar o tecido urbano, definimos o perímetro considerando as quadras lindeiras ao córrego como objetos limitadores, podendo circundar áreas que transcendem o beira-rio, por serem representativas como equipamentos urbanos de interesse e espaços livres verdes e espaços arborizados. A Figura 102, a seguir, apresenta o recorte territorial proposto, bem como assinala áreas verdes de escala significativa dentro ou próximas ao limite da sub-bacia do córrego.



Figura 102 - Imagem aérea com a delimitação do recorte circunscrito da área de interesse direto relativa ao Córrego São Sebastião, assinalando áreas verdes na sub-bacia respectiva. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

A conjuntura do recorte circunscrito do Córrego São Sebastião (Figura 102, acima) compreende, assim, o conjunto de quadras que influenciam diretamente as águas do córrego, correspondendo à área de 47,41 ha (474,1m²).

A presença de equipamentos e espaços livres verdes significativos próximos ao traçado do recorte, como áreas de lazer e esporte, a Catedral do Divino Espírito Santo, calçadões, a Praça São Sebastião e a Escola Estadual Coronel Almeida Pinto, conduziu a um segundo perímetro, de interesse indireto, considerando a articulação desses elementos. O recorte circunscrito ampliado, ou seja, de interesse direto e indireto, apresenta a área de 75,98 ha (759,8 m²) (Figura 103).



Figura 103 - Imagem aérea com a delimitação do recorte circunstanciado da área de interesse indireto relativa ao Córrego São Sebastião, assinalando áreas verdes na sub-bacia respectiva. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

Os espaços livres, por definição, são espaços descobertos e não edificadas, sendo estes vegetados, pavimentados, públicos ou privados (Magnoli, 1982). Segundo Queiroga (2011), o principal espaço livre público é a rua, por ser um elemento primário de conexão urbana e vivência dos indivíduos. Conforme o autor, os espaços livres públicos podem ser classificados em três situações: bens de uso comum — que são os de apropriação pública, como ruas, praças, parques e praias; bens de uso especial — que são os que possuem atividades específicas como escolas públicas e postos de saúde; e bens dominicais — que são os de entes públicos passíveis de desafetação e que não possuem uma destinação específica. Com respeito aos espaços livres privados, vamos considerar as áreas não edificadas em quadras ou lotes.

Para a realização do diagnóstico do recorte estabelecido, buscamos identificar os usos e a ocupação do solo, os gabaritos de alturas das edificações, a relação dos cheios e vazios e os espaços livres verdes, tendo como referência geomorfológica a topografia, bem como delimitamos, a partir de referências de noticiários da mídia, locais de alagamentos, enchentes ou inundações, como é a situação da Praça da Primavera (Figura 104), trechos as margens do corpo do Córrego São Sebastião (Figura 105) e da foz do

Córrego São Sebastião (Figura 106), que receberam as consequências da drenagem urbana insuficiente em dias de chuvas elevadas, como foi o caso em 2022.



Figura 104 - Imagem fotográfica da enchente na Praça Primavera na cidade de Barretos em 2022.

Fonte: Pereira, 2022. Disponível em: <<https://horacampinas.com.br/barretos-uma-cidade-submersa-em-poucas-horas/>>. Acesso em: 28 nov. 2024.



Figura 105 - Imagem fotográfica do alagamento na Rua 22 com a Avenida 29, em janeiro de 2022.

Fonte: G1 Ribeirão Preto e Franca, 2022c. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/01/06/prefeitura-de-barretos-sp-decreta-estado-de-calamidade-publica-apos-fortes-chuvas.ghtml>>. Acesso em: 28 nov. 2024.



Figura 106 - Imagem fotográfica da área da foz do Córrego São Sebastião após o alagamento de 2022. Fonte: G1 Ribeirão Preto e Franca, 2022a. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/01/31/trecho-de-avenida-desmorona-durante-temporal-em-barretos-sp.ghtml>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

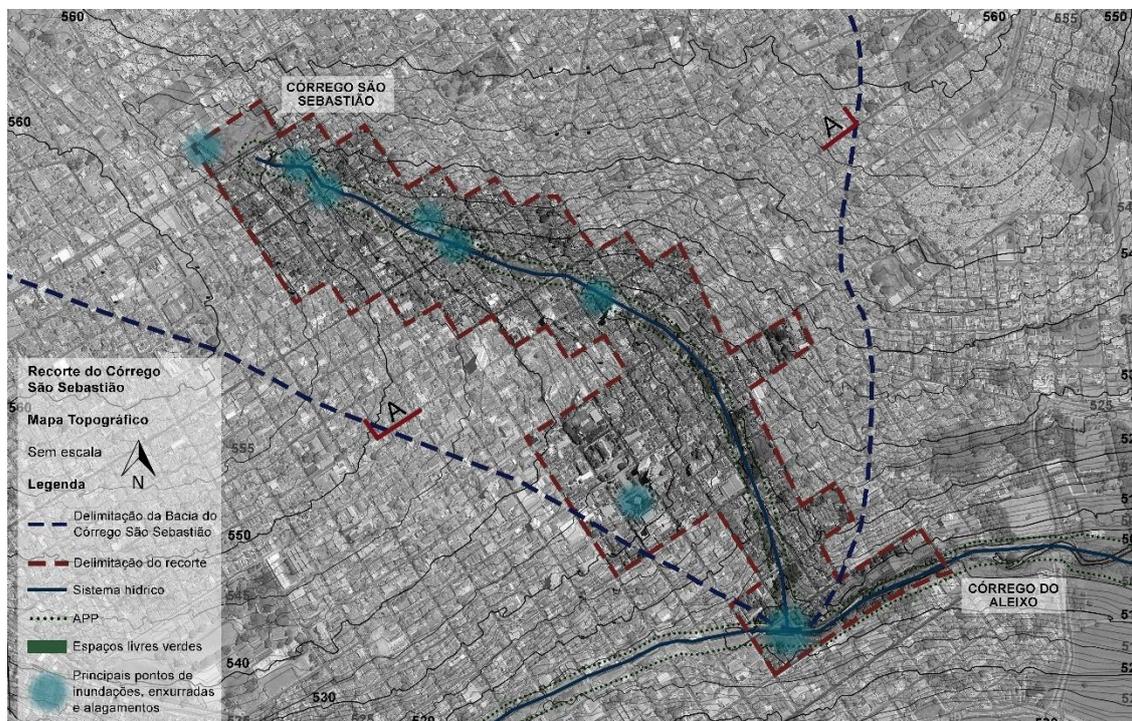


Figura 107 - Imagem aérea do recorte de interesse indireto, com a delimitação da sub-bacia do Córrego São Sebastião assinalando as curvas de nível e pontos suscetíveis a enchentes ou inundações. Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

O recorte, como apresentado, se inicia na nascente do Córrego São Sebastião e se finda na sua foz no Córrego do Aleixo, que é o principal rio na área urbana. Apresenta uma diferença de 55 metros entre a cota mais alta e a mais baixa (Figura 107, acima). A Figura 108 apresenta, em corte esquemático, a declividade da sub-bacia do Córrego São Sebastião, que varia de aproximadamente de 3% a 4%, sendo que, nas áreas internas ao recorte circunstanciado, a infiltração de águas pluviais no solo passaria a ser eminentemente maior que nas áreas externas ao recorte circunstanciado, dada a implementação de dispositivos de drenagem ecológica e verdejamento urbano, como será apresentado nas diretrizes e ensaios espaciais. Este recorte é uma exemplaridade, mas, evidentemente, o planejamento territorial por bacias hidrográficas indica que a implantação sistêmica de dispositivos verdes e azuis deva ser realizada de modo pulverizado, o que excede, como demonstração, o âmbito da presente pesquisa.

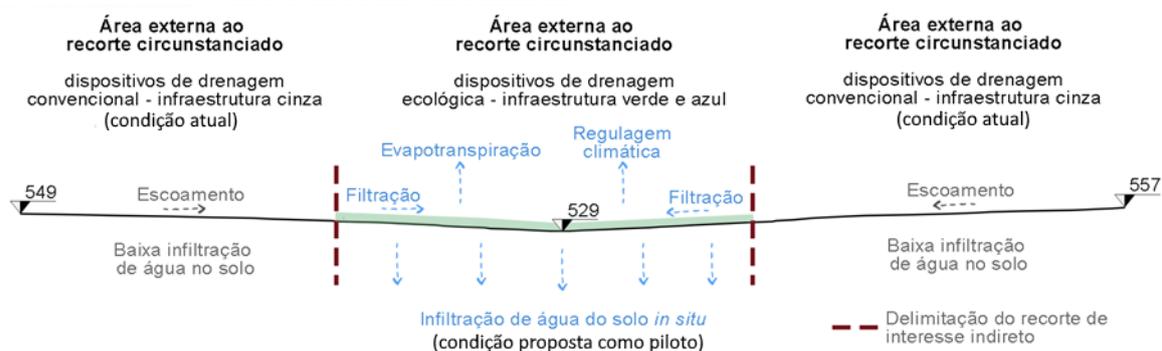


Figura 108 - Corte esquemático AA apresentando a declividade em um eixo médio, relativo à sub-bacia do Córrego São Sebastião, Barretos/SP, a partir de uma via. Fonte: Autoral, com base em Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

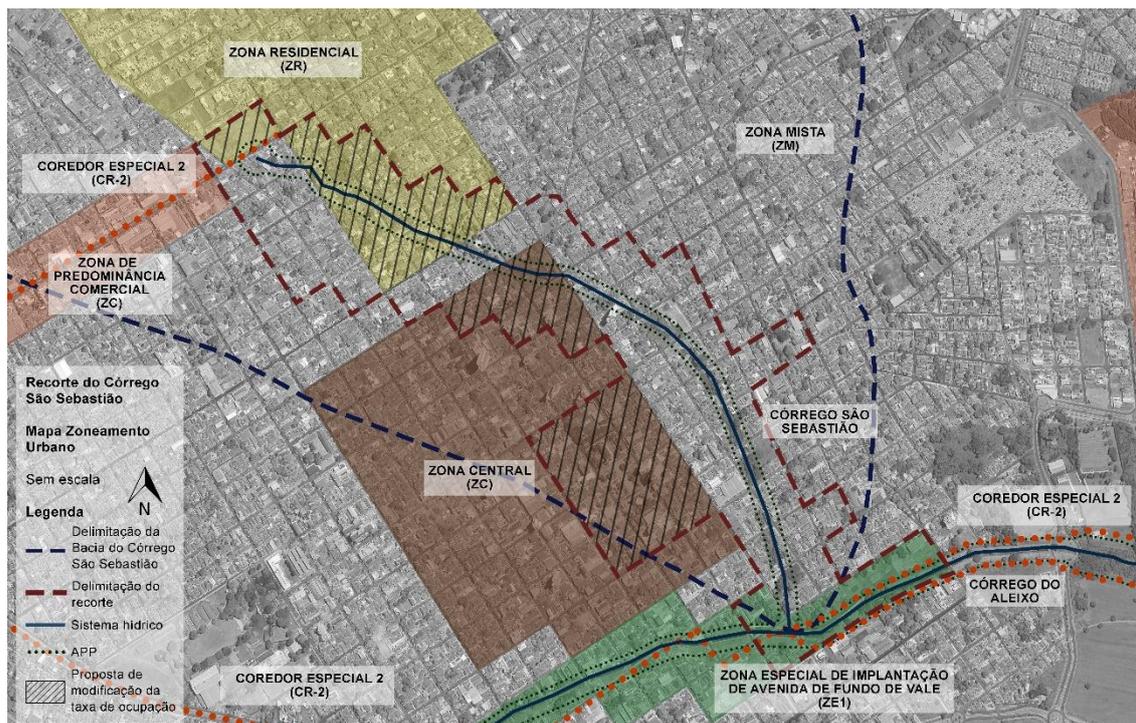


Figura 109 - Mapa de Zoneamento Urbano. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

Conforme apresenta a Figura 109, acima, dispõe de trechos nas seguintes zonas urbanas: Zona de Uso Residencial (ZR) — zona com predominância de uso residencial, baixa densidade demográfica e poucos comércios e serviços; Zona Central (ZC) — zona de uso misto, com predominância de comércio e serviços e alta densidade demográfica; Zona Mista (ZM) — zona de uso misto e média densidade demográfica; Zona Especial de Implantação da Avenida Fundo de Vale (ZE1) — área de interesse especial para elaboração de projeto na avenida de fundo de vale; e Corredor Especial 2 (CR-2) — vias públicas, caracterizadas por densidade média e uso predominantemente comercial e de serviços de médio e grande porte (Barretos, 2006). As Zonas de Uso apresentadas dispõem da taxa de ocupação (TO) dos lotes de 75%, com exceção da Zona Central e do Corredor Especial 2, onde os lotes de uso exclusivamente comercial e de altura máxima de 10 metros podem usufruir da taxa ocupação do solo de 90%. Para os lotes de ocupação máxima de 75% e 90%, o Plano Diretor predica percentual mínimo de área permeável de 10% (Barretos, 2006). Parece contraditório que haja áreas de alagamentos, enchentes e inundações na sub-bacia do Córrego São Sebastião e a disposição de taxas de ocupação como predica o Plano Diretor da cidade. Como indicativo, podemos estabelecer, desde já, que a Zona Residencial (ZR) e a Zona Central, ao menos na área do recorte circunstanciado, deveriam comportar ao menos a taxa de ocupação máxima de 50%, bem como as porções da mista internas ao referido recorte. Embora não seja objeto do presente

estudo, salienta-se que a taxa de ocupação de 90% ao longo do Córrego de Aleixo, sejam também um paradoxo, na medida em que prioriza o sistema viário e o uso do solo ampliado, em detrimento de elementos de paisagem verde e azul, bem como de sua condição de permeabilidade. A título de indicação, estes parâmetros urbanísticos poderiam ser, do mesmo modo, pautados por 50% ao máximo, com referência à taxa de ocupação, e a área permeável muito superior a 10%. Sugere-se como proporção de área permeável no recorte estabelecido, um valor de metade das áreas livres de construções. Evidentemente, estas indicações são genéricas, mas medida em que deveriam ser pautadas por cálculos mais específicos. Dado este tecido urbano ser relativamente consolidado, seria necessário estabelecer de que modo estes parâmetros poderiam ser obtidos, como, por exemplo, por expedientes que previssessem que reformas em edificações só seriam aprovadas na medida de sua adequação a estes novos parâmetros, à luz do Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) e da função social da propriedade urbana, que contempla a qualidade ambiental, necessariamente. Nas demais áreas urbanas correspondentes à sub-bacia do Córrego São Sebastião, que neste estudo é um piloto de proposição de paradigmas de inserção da natureza na cidade, serão estabelecidos, dispositivos de drenagem ecológica, dada o perfil tipo das avenidas e ruas, conforme será abordado mais adiante, bem como arborização e ajardinamento.

Os mapas de uso do solo (Figura 110) e gabaritos de altura (Figura 111) do recorte circunstanciado evidenciam as características do Zoneamento Urbano apresentadas no Plano Diretor (Barretos, 2006). O mapa de uso do solo (Figura 110) apresenta quadras com predominância de uso residencial, comércio e serviços pulverizados em todo o recorte, porém, com maior intensidade, nas proximidades da nascente do Córrego São Sebastião, onde se situa a Zona Residencial, bem como na Zona Central. Quanto aos usos institucionais ocorrem em pontos determinados e tendem a apresentar maior proporção de áreas livres.



Figura 110 - Mapa de usos do solo do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

No mapa de usos do solo do recorte circunstanciado foram assinalados os espaços livres verdes públicos — com proporção considerável ao longo da APP do Córrego São Sebastião, e espaços livres verdes de maior proporção nas quadras, que se referem a lotes vazios de construção e estacionamentos. Com respeito aos espaços públicos verdes — predominantes a Praça Francisco Barretos, em frente à Catedral do Divino Espírito Santo, próxima à Escola Estadual Doutor Antônio Olympio e à FATEC Barretos Professora Édi Slavi Lima; a Praça da Primavera; área esportiva; e fragmentos das Áreas de Preservação Permanente (APP) às margens fluviais — como diretriz fundamental, buscar-se-ia uma certa continuidade, embora estes se encontrem fragmentados. Para tanto, na referida APP, além da arborização, ajardinamento e instalação de dispositivos de drenagem ecológica nas vias e calçadas, seria possível pregar, para os lotes privados, que a taxa de permeabilidade pudesse ser ampliada além da metade dos 50% da taxa de ocupação, bem como incentivada por mecanismos fiscais, por exemplo, a instalação de tetos verdes e paredes verdes.

O mapa de gabaritos (Figura, 111) revela que, em sua maioria, há presença de edificações térreas e de até três pavimentos, com poucos e esparsos edifícios em altura. Seria possível pregar, no recorte circunstanciado, o incentivo de dispositivos para maior permeabilização nas construções e seus espaços livres, como tetos verdes, paredes

verdes e jardins de chuva intra lotes, ou mesmo cisternas para reuso, de modo que a drenagem das águas pluviais ficasse sob responsabilidade das edificações, não acarretando em seu despejo nas áreas públicas.

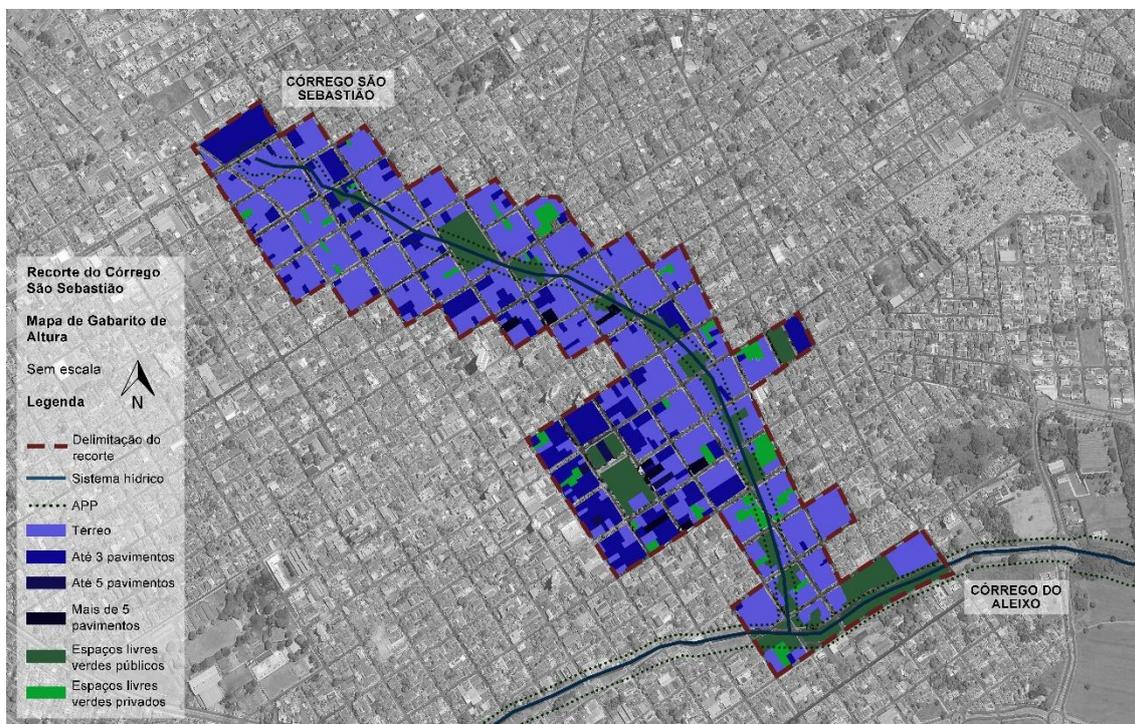


Figura 111 - Mapa de gabarito de altura do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

O procedimento de aprofundar a visualização dos espaços livres verdes se deu ao mapear sua presença intra lotes, como apresentado na Figura 112, a seguir, bem como a ilustração de possíveis áreas de interesse para as diretrizes acima aventadas. Em termos gerais, visualmente, é possível dizer que a taxa de ocupação das quadras se revela como maior que 50%, salvo raros casos. Para a implementação de maior permeabilidade — poderia ser facultado aos proprietários, na medida em que seriam responsáveis pela drenagem das águas pluviais em seus respectivos lotes — tanto ampliem as áreas livres verdes no solo, como disporem de tetos jardim em suas edificações.

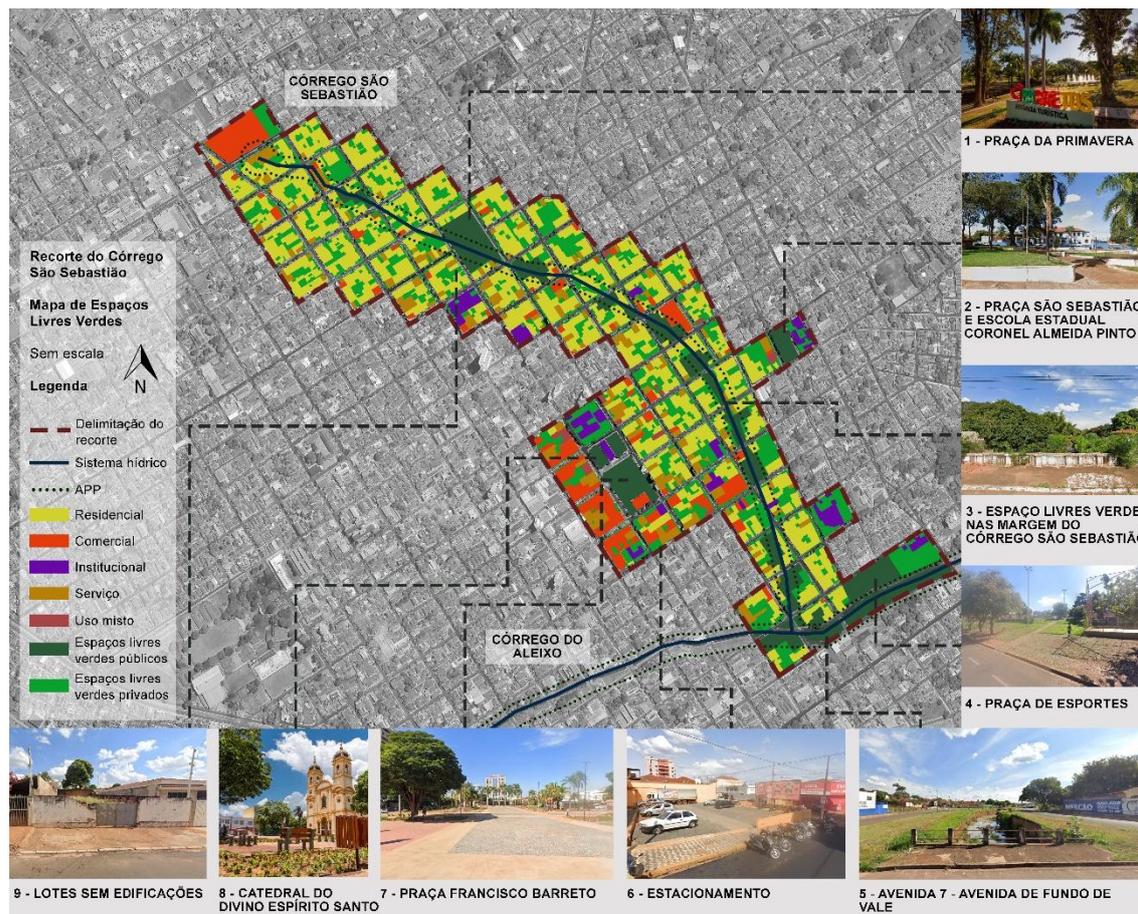


Figura 112 - Mapa de espaços livres verdes públicos e privados do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006. Fonte das fotografias: 1 – Lavanini, 2023; 2 – Google Maps, 2024; 3 – Google Maps, 2024; 4 – Google Maps, 2024; 5 – Google Maps, 2024; 6 – Google Maps, 2024; 7 – Google Maps, 2024; 8 – Google Maps, 2024; 9 – Google Maps, 2024.

A análise dos espaços livres verdes se complementa com o estudo de cheios e vazios do recorte, que evidencia as áreas edificadas e os espaços de sem edificações e de circulação, possibilitando uma leitura a partir de um sistema de barreiras e permeabilidade espacial. O mapa de cheios e vazios do recorte circunstanciado (Figura 113) apresenta as edificações na cor preta, os espaços livres verdes nas quadras em cinza e as vias de circulação em branco. A nascente do Córrego São Sebastião, localizada a noroeste no recorte circunstanciado, encontra-se fragmentada entre as barreiras de edificações e sua APP dispõe de fragmentos espaços livres verdes (Figura 112, acima), entre porções de vazios nos lotes, vias públicas asfaltadas e lote sem edificação.



Figura 113 - Mapa de cheios e vazios do recorte circunstanciado. Fonte: Autoral com base Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

As margens do Córrego São Sebastião encontram maior permeabilidade ao atravessar a Praça da Primavera, onde suas margens estão contornadas por maciços arbóreos e poucas edificações, até o enxutório ou foz, no qual as águas no Córrego São Sebastião encontram as águas do Córrego do Aleixo, onde predomina vegetação rasteira. A leste da foz, a praça de esportes comporta quadras e área de lazer.

A análise do mapa de cheios e vazios do recorte circunstanciado revela dez configurações morfológicas (Figura 114), que se replicam no território, com distintas relações entre corpo hídrico, APP, áreas livres e construções. As dez configurações de vazios foram classificadas como:

1. Nascente do Córrego São Sebastião: o corpo d'água, áreas verdes e APP, se encontram internos a duas quadras, de maneira, que estão constrictos pelas edificações, sendo esta situação uma grande fragilidade. Os vazios dos lotes se apresentam como respiros e área de potencial restauração do sistema hídrico e APP.
2. APP com predominância de áreas vegetadas: esta configuração se apresenta em grande parte ao longo do córrego, caracterizada pela presença de espaços livres significativos; tem como potencialidade a proteção do sistema hídrico, devido à vegetação maciça presente na APP e nas áreas vazias das quadras. Em contrapartida, a existência de edificações consolidadas impede a ampliação da área de proteção. Há situações em

que esta morfologia ocorre em espaços públicos (2a) e outras em quadras de lotes privados (2b). Os muros de contenção são em sua predominância de blocos e concreto (Figura 115) e um exemplar de gabião (Figura 116).

3. APP com predominância de áreas edificadas: da mesma maneira que a configuração da nascente do córrego, o corpo hídrico e a APP, nesta morfologia, são acobertados pelas construções; no entanto, os vazios dos lotes se apresentam como pequenos respiros e áreas potenciais de restauração e continuidade das características ecossistêmicas. Os muros de contenção, nesta configuração, são de blocos e concreto.

4. Foz: os corpos d'água — Córrego São Sebastião e Córrego do Aleixo — se apresentam a céu aberto, as áreas de APP se encontram em parte impermeáveis devido às vias de fundo de vale e com áreas verdes configuradas com vegetações rasteiras nos canteiros e às margens do sistema hídrico, sendo que a principal fragilidade é a canalização destes córregos com paredes laterais, que, somada à impermeabilização das vias, ocasiona maior velocidade de escoamento das águas pluviais que acabam por resultar em maiores ocorrências de inundações no sistema de macrodrenagem, principalmente na foz do Córrego São Sebastião e seus arredores. Esta configuração, no entanto, com o sistema hídrico parcialmente a céu aberto, potencializa a renaturalização dos ecossistemas, a partir da intensa arborização urbana, associada à microdrenagem por jardins de chuva, biovaletas e canteiros de chuva, conforme predicada. Os muros de contenção, nesta configuração, são de blocos e concreto.

5. Praça com corpo hídrico: o sistema hídrico se apresenta a céu aberto e a APP se configura pelo desenho da praça, composto por canteiros vegetados, mas com pavimentação impermeável, que, a depender da topografia, podem ocorrer alagamentos ou permitir maior velocidade de escoamento da água. O muro de contenção, nesta configuração, apresenta a materialidade de blocos e concreto (Figura 117).

6. Praças com áreas institucionais sem contato como corpo hídrico e a APP: esta morfologia se manifesta como respiros urbanos, dada a predominância de espaços livres verdes, compostas também por espaços institucionais edificados, porém com áreas de passeio impermeável.

7. Calçadas: os três calçados existentes no recorte circunstanciado também não apresentam relação direta com o corpo hídrico e a APP e dispõem de poucas áreas sombreadas e para a infiltração de água no solo. Entretanto, são espaços com potencialidade, devido à diversidade de usos em sua extensão e por serem umas das poucas áreas existentes na cidade de circulação exclusiva de pedestres.

8. Lotes sem edificações: não apresentam relação direta com o corpo hídrico e a APP, mas contemplam vazios como potencialidades; estes lotes, independentemente da escala

e metragem de área superficial, se manifestam como respiros urbanos. Por serem dependentes do mercado imobiliário, estas áreas ostentam, como fragilidade, a possibilidade de construção de novas edificações no envoltório do sistema hídrico.

9. Vazios nos lotes edificadas: estes vazios podem ou não apresentar relação direta com o corpo hídrico e a APP, pois é uma configuração que se distribui por todo o recorte circunstanciado, podendo ser áreas impermeáveis ou permeáveis.

10. Estacionamentos: não apresentam relação direta com o corpo hídrico e a APP, porém, por serem impermeáveis, se revelam como fragilidades à infiltração de água no solo.

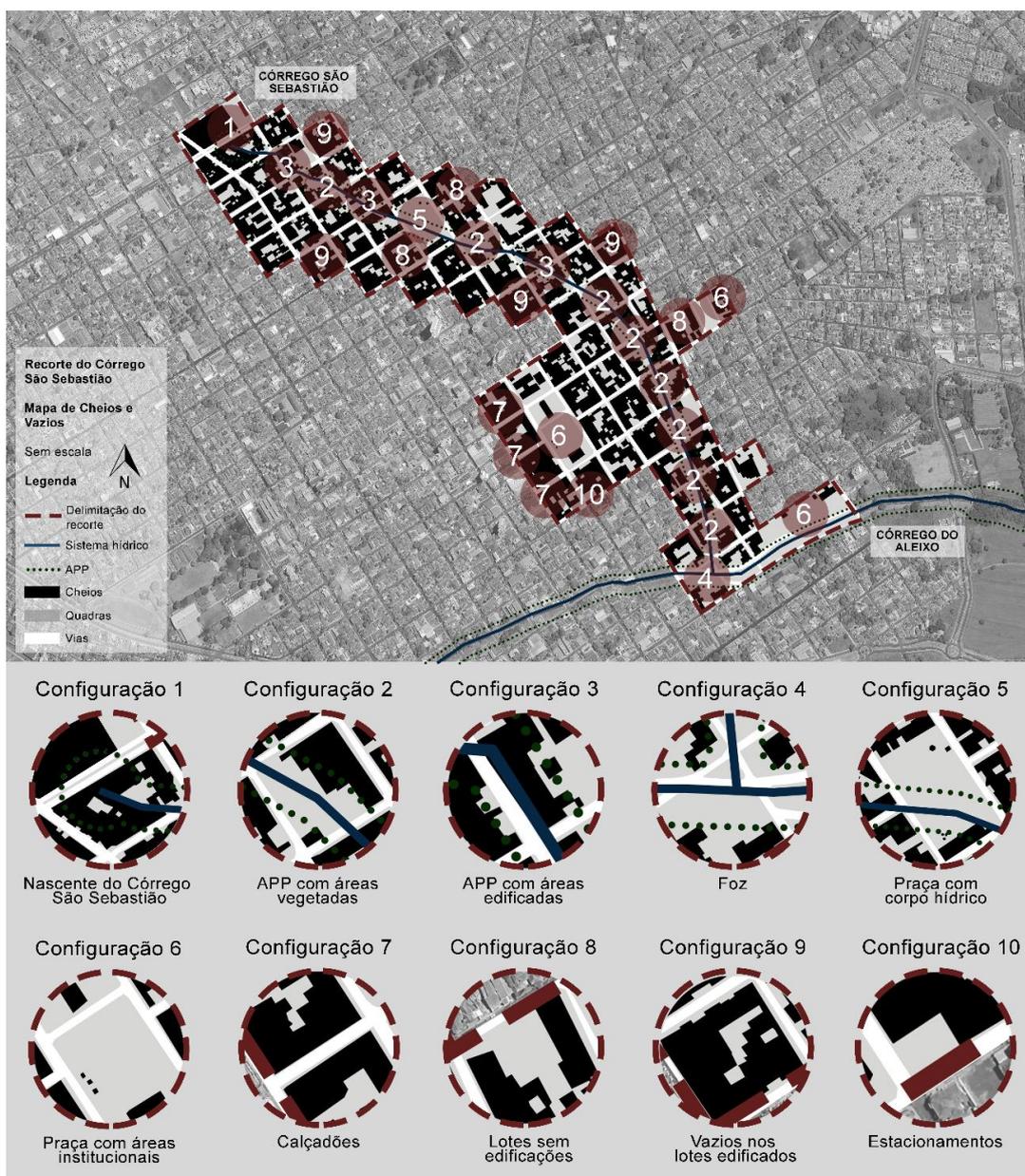


Figura 114 - Mapa das dez configurações morfológicas identificadas no recorte circunstanciado.

Fonte: Autoral com base em Google Earth, 2024; Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.



Figura 115 - Exemplo de muro de contenção de blocos e concreto em espaços livres verdes públicos. Fonte: Google Earth, 2024.



Figura 116 - Exemplo de muro de contenção de gabião em espaços livres verdes públicos. Fonte: Google Earth, 2024.

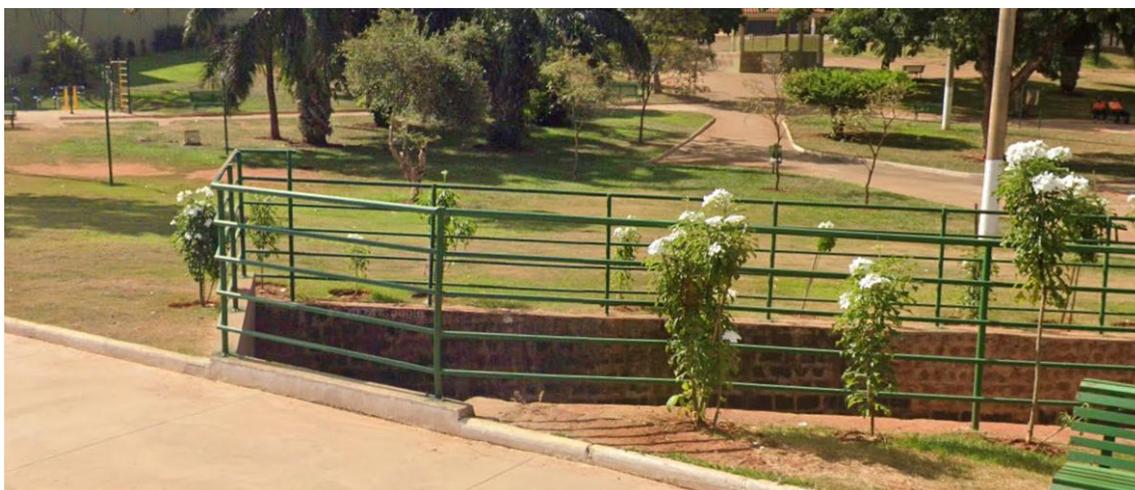


Figura 117 - Exemplo de muro de contenção de blocos de concreto na Praça Primavera. Fonte: Google Earth, 2024.

O diagnóstico do recorte circunstanciado evidencia conflitos do crescimento urbano com a preservação dos sistemas hídricos e seus ecossistemas. A análise do uso do solo, gabarito de alturas, topografia, sistemas e espaços livres verdes e dos cheios e vazios apresenta o Córrego São Sebastião como uma exemplaridade de corpo d'água que foi parcialmente encoberto pelas camadas impermeáveis do sistema viário e dos edifícios; e que foi subtraído da memória da população, por esta não ter um convívio com seu leito. Apesar de sua canalização parcial, o Córrego São Sebastião resiste com parte de seu leito a céu aberto e com áreas de vegetadas em suas margens, o que poderia ser potencializado para promover sua maior importância na composição da paisagem, para a continuidade dos ciclos hidrológico e ecossistêmico.

A realidade do recorte circunstanciado da sub-bacia do Córrego São Sebastião é pautada não apenas nas dinâmicas do conjunto de quadras que influenciam diretamente as águas do córrego, mas nas fragilidades territoriais apresentadas no Capítulo 1, como a quantidade e qualidade de água; cenários críticos quanto à conservação das nascentes e rios extinção de animais; consumo e desperdício elevado de água; excesso de agrotóxicos, que são carregados nos corpos hídrico; pouca quantidade de Unidades de Conservação; e fragmentação da vegeta

O diagnóstico, a partir do método acima desenvolvido, possibilita vislumbrar um prognóstico para o Córrego São Sebastião de renaturalização deste corpo hídrico, com diretrizes pautadas na conciliação do tecido urbano com sistemas naturais, sendo estes multiescalares e sistêmicos. As diretrizes propostas serão concernentes a ações fundamentadas como Soluções baseadas na Natureza, desdobradas em Infraestruturas Verdes (IV), como um de seus conceitos estratégicos em direção à resiliência urbana (Silva, 2017). São assim, um instrumento de aperfeiçoamento de práticas de planejamento e intervenções urbanas de maneira que o território intensifique a sua capacidade de se adaptar e mitigar os efeitos das ações antrópicas. A proposição de políticas desta natureza deve se pautar pela participação e engajamento das comunidades envolvidas, para que prosperem apesar dos desafios ambientais e das desigualdades.

A compreensão destas ações, como sistêmicas, predica a possibilidade de serem replicadas em situações que transcendam a sub-bacia do Córrego São Sebastião, como manejo integrado da água e da gestão ambiental na escala da bacia do Córrego do Aleixo e municipal, por exemplo.

3.2. Diretrizes de planejamento da requalificação do recorte circunstanciado

As Soluções baseadas na Natureza, apresentadas no Capítulo 2, tendo como referência preceitos da IUCN (2020), estabelecem respostas aos desafios sociais mediante abordagens fundamentadas nos ecossistemas, por meio das categorias de Restauração; Tema-Específico; Infraestrutura; Gestão e Proteção. A categoria de Infraestrutura é composta por dois conceitos estratégicos, a Infraestrutura Verde e a Infraestrutura Natural, sendo a primeira a orientar, no nosso estudo de caso, as diretrizes de planejamento da requalificação do recorte circunstanciado, por conceber paisagens urbanas que reproduzem funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais (Cormier; Pelegrino, 2008).

As intervenções realizadas a partir de Infraestruturas Verdes, segundo Bonzi (2017), garantem melhor vivência urbana, devido a soluções relacionadas a drenagem, mobilidade, conforto ambiental, fomento a biodiversidade e lazer — e se articulam com as soluções de engenharia convencional.

A configuração espacial para estas soluções demanda um processo que preconize a harmonia entre a conservação da natureza e do uso do solo. Para esse propósito, as Infraestruturas Verdes, segundo Benedict e McMahon (apud Bonzi, 2017, p. 16-17) apresentam dez princípios fundamentais que organizam o espaço urbano de forma estratégica e sistêmica, sendo eles:

- Conectividade;
- Contexto;
- Embasamento científico, teórico e prático do planejamento urbano;
- Organização espacial para a conservação e desenvolvimento;
- Planejamento e proteção antes do desenvolvimento;
- Investimento público é fundamental e deve ter prioridade de financiamento;
- Benefícios para a natureza e pessoas;
- Respeito às necessidades dos proprietários e demais agentes envolvidos;
- Conexão das atividades com o entorno;
- Comprometimento a longo prazo. (Benedict e McMahon apud Bonzi, 2017, p. 17)

Entre todos os princípios, os autores consideram a conexão o mais importante, que está relacionada a conectividade dos espaços físicos, como também ao vínculo e identificação da comunidade com os sistemas naturais. Com o intuito de articular os

espaços, o planejamento das infraestruturas verdes é ancorado a partir do entrelaçamento interescalar de polos, fragmentos e conexões (Figura 118) (Benedict; McMahon, 2006).

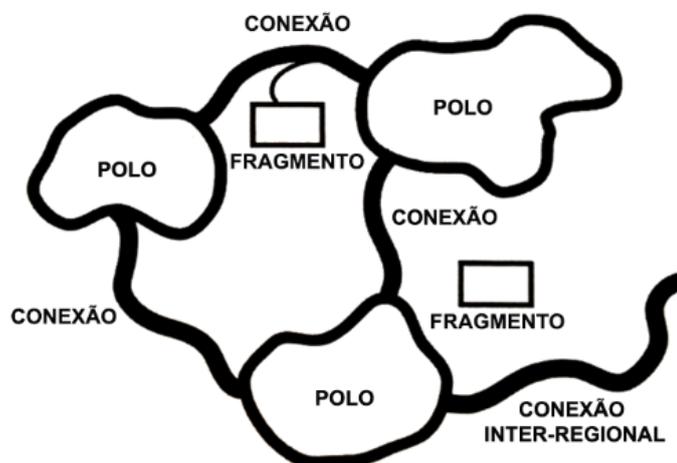


Figura 118 - Articulação interescalar que estrutura os espaços na Infraestrutura Verde segundo Benedict e McMahon. Fonte: Bonzi, 2017, p. 17, traduzida pela autora.

Buscaremos utilizar este entendimento da articulação e conexão multiescalar para a proposta de diretrizes e ensaios de configuração de nosso estudo de caso. Nesse sentido, salientamos que os polos são as áreas ancoradoras do sistema de Infraestrutura Verde, por proporcionar locais destinadas à vida selvagem e aos processos ecológicos. Estes espaços apresentam diversas dimensões e usos, podendo ser concedidos a reservas e áreas de proteção, terras públicas para extração de recursos como madeira e mineração,; parques e áreas de lazer (Bonzi, 2017). As conexões, por sua vez, são elementos base para a continuidade dos processos ecológicos, traçados conectores do sistema, que podem promover proteção às áreas históricas e ambientais, como também espaços para recreação. Os fragmentos são áreas menores que os polos, porém sem conexão direta com o sistema, destinados a proteção dos habitats da vida selvagem e promoção de lazer e recreação (Bonzi, 2017).

A conectividade do sistema permite a concepção de espaços livres multifuncionais, ou seja, podendo desempenhar mais de uma função devido à reinserção dos processos ecológicos no território, como regulação climática, purificação atmosférica, conforto ambiental, drenagem e processos sanitários eficientes, lazer e mobilidade (Bonzi, 2017). A Infraestrutura Verde pode dar início à ruptura do conflito entre cidade com os meios naturais, como mostra Benedict e McMahon (2006):

A Infraestrutura Verde fornece a organização espacial para a conservação e para o desenvolvimento, reconhecendo a

necessidade de oferecer lugares para a população viver, trabalhar e desfrutar a natureza. A Infraestrutura Verde ajuda as comunidades a identificar e priorizar as oportunidades de conservação e a planejar o desenvolvimento de forma a otimizar o uso do solo para atender as necessidades das pessoas e da natureza (Benedict; McMahon, 2006).

A conexão dos espaços pelo sistema de Infraestruturas Verdes é importante para a articulação dos espaços livres verdes urbanos tanto públicos, como privados. A proposição de soluções que se opõem ao atual processo mecânico de estruturação das infraestruturas urbanas permite soluções de processos biológicos relacionados principalmente aos sistemas drenagem e verdejamento urbano. As Infraestruturas Verdes, ao propor uma lógica de baixo impacto à concepção urbana, permite vislumbrar um funcionamento mais equilibrado da cidade em relação ao cenário atual.

O recorte circunstanciado do Córrego São Sebastião apresenta espaços livres verdes, tanto públicos e privados, com potencialidade de integrarem um sistema verde e azul, pautado no princípio de polos, fragmentos e conexões, seguindo Benedict e McMahon (2006). A articulação do sistema verde e azul predispõe de planeamento e de estratégias que contemplem a escala do recorte circunstanciado, diagnosticado neste capítulo, bem como de sua bacia hidrográfica, a articulação dos espaços livres verdes públicos e privados, principalmente nas zonas de maior probabilidade de inundações, enchentes e alagamentos.

Para a modificação da atual realidade, se faz necessário estabelecer um plano de requalificação do recorte circunstanciado, com melhores práticas de manejo das águas pluviais e recuperação e proteção dos recursos hídricos, matas ciliares e áreas degradadas, em busca de maior biodiversidade, equilíbrio ecossistêmico, proteção dos corpos d'água, bem como garantia de segurança das margens e fundos de vale.

A partir do diagnóstico do recorte circunstanciado e dos conceitos apresentados, é possível sistematizar a organização de um sistema verde e azul, que caminha em direção a processos de planejamento, gestão e desenho urbano, dedicados a configurar respiros na malha urbana, a partir do manejo das águas pluviais e do ajardinamento, a partir de quatro infraestruturas entrelaçadas:

- Azul: requer ações de restauração da nascente, das margens e da foz do Córrego São Sebastião e de manejo das águas pluviais, a partir de soluções de baixo impacto, fundamentadas no LID e nas SbN.
- Verde: propõe a permeabilidade da bacia hidrográfica e desenho de ruas e praças que possibilitem o verdejamento e auxiliem na drenagem urbana.
- Cinza: adequação das infraestruturas convencionais para que estas possibilitem a filtragem, tratamento e infiltração da água e melhor mobilidade urbana.
- Tratamento da APP: requer ações de preservação da vegetação e das áreas verdes nos espaços públicos e privados, sendo, nestes últimos, mediante parâmetros urbanísticos, incentivos e isenções.

De acordo com Kongjian Yu (2006) a Infraestrutura Verde pode ser classificada em três escalas, a macroescala, a escala intermediária e a pequena escala. A macroescala é a paisagem regional, caracterizada por corredores ecológicos, de valor recreacional e histórico, que dificultam a ocorrência de enchentes. A escala intermediária é descrita como espaços urbanos que desempenham uma diversidade de funções como lazer, mobilidade e preservação histórica, como lagoas pluviais, ruas verdes, parques lineares e *wetlands*. A pequena escala se apresenta nos lotes e na implementação de ferramentas de drenagem nas vias, como jardins de chuva, biovaletas, tetos verdes e canteiros pluviais (Yu, 2006; Bonzi, 2017).

O sistema verde e azul, constituído a partir de um plano piloto estruturador de requalificação do Córrego São Sebastião, operaria de maneira multiescalar, a partir de infraestruturas de baixo impacto, inseridas sistemicamente no território, organizado mediante polos, fragmentos e conexões, seguindo Benedict e McMahon (2006).

Na escala dos polos, propõe-se a aplicação de soluções que possibilitam a filtração de sedimentos, infiltração de água no solo *in situ* e tratamento das águas; redução da carga de escoamento; substituição da pavimentação impermeável por permeável; conexão dos espaços para criar um sistema verde e azul que mantém os nutrientes, as características ecossistêmicas e a fruição da vegetação nativa e dos habitats. Na escala dos fragmentos, propõe-se ferramentas de reutilização das águas pluviais e infiltração das águas no lençol freático, como as soluções de cisternas, telhados verdes, pisos permeáveis e áreas vegetadas. Na escala das conexões, as ruas se apresentam como os elementos conectores fundamentais, mediante arborização e inserção de dispositivos como biovaletas, jardins de chuva, canteiros pluviais, ampliação de calçadas ajardinadas nas

áreas hoje destinadas a estacionamentos em vias, calçadas e vias compartilhadas, colaborando para a atenuação do fluxo das águas mediante absorção do escoamento, evapotranspiração, regulação climática e sombreamento, conforme preceitos de Benedict; McMahon (2006) e de UACDC (2010).

3.3. Água vivenciada no espaço urbano: ensaios de implementação

A proposição do sistema verde e azul para a requalificação do Córrego São Sebastião, em Barretos, enuncia a qualificação do tecido urbano a partir da maior presença da natureza e de suas características ecossistêmicas. O retorno dos sistemas naturais é o fator principal para regeneração e transformação da paisagem urbana, a partir da articulação de quatro infraestruturas articuladas, anunciadas no diagnóstico do território, sendo as infraestruturas azuis, verdes, cinzas e a própria APP.

Buscou-se a predominância das infraestruturas azuis e verdes no território, de maneira sistêmica, porém, tendo em consideração o sistema cinza existente, como os lotes, edificações e vias. As quatro infraestruturas por vezes irão se entrelaçar, devido à relevância que uma determinada infraestrutura exerce sobre a outra. Com o propósito de ordenar as infraestruturas, foi estabelecido que as infraestruturas azuis considerassem a nascente, o leito do rio, a foz e suas margens ciliares; as infraestruturas verdes abordariam a arborização urbana e os dispositivos de drenagem ecológica; infraestruturas cinzas, por sua vez, abarcariam pavimentações permeáveis, ciclovias e dispositivos de armazenamento de águas cinzas; e as APP's contemplariam diretrizes de ocupação dos lotes que estão nas margens do corpo hídrico.

As infraestruturas azuis propõem restabelecer as margens do Córrego São Sebastião, para mitigar os impactos das inundações, enchentes e alagamentos, propiciando maior infiltração de águas pluviais no lençol freático. Na nascente, leito e foz, são propostas qualificação e regeneração da paisagem urbana, tratando cada setor caso a caso, mas, a todo momento, buscando evidenciar a restauração das margens e a visualização do corpo d'água.

A nascente do Córrego São Sebastião encontra-se em um lote particular e edificado e seu envoltório é densamente ocupado, principalmente pelo uso residencial e, atualmente, pela construção de um supermercado de rede. Devido ao adensamento e ao respeito à população que mora nas edificações consolidadas, a recuperação da nascente requer equilíbrio entre as pré-existências edificadas e a permeabilidade do solo. Como indicado nas diretrizes, para as Zonas Residenciais (ZR) inseridas no recorte circunstanciado,

sugerimos os parâmetros urbanísticos de taxa de ocupação máxima de 50% e área permeável de metade das áreas livres de construção.

Como proposição para a recuperação da nascente, os lotes edificados das quadras (Figura 119) se responsabilizariam em ampliar a área de permeabilidade e a instituir dispositivos arborização, hortas e ou pomares, tetos verdes e muros verdes — se a edificação existente comportar estas técnicas — para permitir a infiltração *in situ* de águas pluviais no solo e a filtragem de sedimentos. Para os lotes passíveis de receber novas edificações, estas deveriam ser concebidas a partir dos novos parâmetros urbanísticos e com os dispositivos propostos.



Figura 119 - Ensaio espacial de recuperação de lote com edificação, localizado sobre a nascente do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

Como mencionado, há um futuro supermercado, atualmente em construção, que se localiza na Área de Proteção Permanente da nascente, o que, desde já, se apresenta como uma anomalia do ponto de vista legal e socioambiental. Neste trabalho, não foi possível verificar se o processo de aprovação junto à prefeitura municipal está de acordo com a Lei 12.526 (São Paulo, 2007, art. 1), que postula a captação e retenção de águas pluviais em lotes edificados ou não, com área impermeabilizada superior a 500m². Predicamos, dado este equipamento de grande porte se encontrar na área envoltória da nascente do Córrego São Sebastião, que seja necessário reduzir a taxa ocupação e

umentar as áreas permeáveis, com as taxas indicadas nas proposições para as novas edificações. Os dispositivos implantados seriam: teto verde, para repor a área permeável; dispositivos de drenagem ecológica, que possibilitem o lote apresentar total manejo de suas águas pluviais; e o estacionamento dispor de pisos drenantes e canteiros de chuva associados e paredes verdes, nas empenas cegas ou especialmente realizadas nas divisas da edificação, ou ainda associadas à construção e ao paisagismo, bem como intensa arborização em toda área livre remanescente.

Devido à nascente do córrego São Sebastião estar em lote particular e edificado, esta não pode ser apreciada, salvaguardada e fazer parte do espaço público. De forma metafórica, inspirada na nascente simbólica do Rio Danúbio (Figura 120) e por, ao longo do leito do Córrego São Sebastião, se apresentar espaços livres verdes públicos, é possível ensaiar um espaço representativo e contemplativo da nascente, sendo este disposto intercalado a espaços de convivência, a dois quarteirões da nascente original, mediante o que seria possível inserir informativos referentes à nascente e ao Córrego São Sebastião.

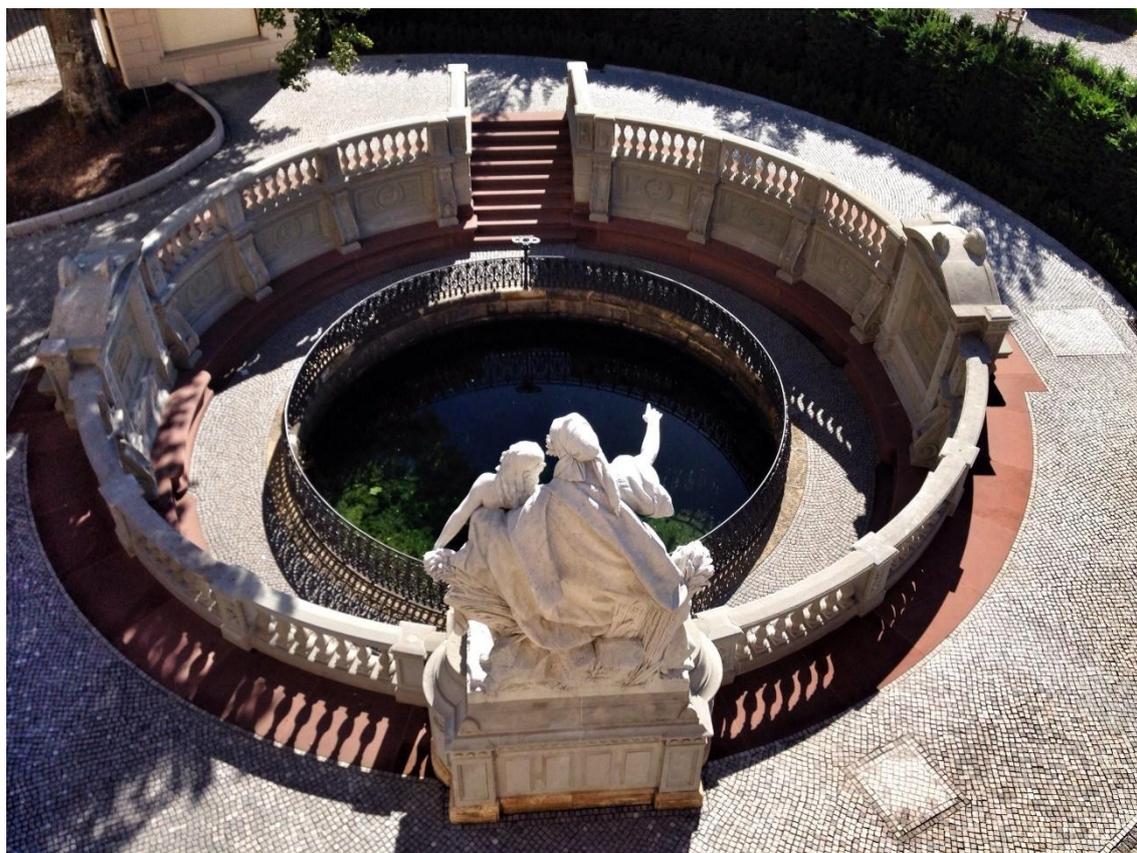


Figura 120 - Nascente simbólica do Rio Danúbio, na cidade de Donaueschingen, Alemanha. Foto autoral: Aco Smiljanic. Fonte: Expedia, c2024. Disponível em:

<<https://www.expedia.com.br/Nascente-Do-Rio-Danubio-Donaueschingen.d6125316.Guia-de-Viagem>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

Para a restauração do leito do córrego, em situações de espaços livres verdes públicos, foram propostos cenários que restabelecessem a mata ciliar, para possibilitar a filtragem de sedimentos, infiltração de água no solo e mitigação de desastres socioambientais nas áreas urbanizadas. A recomposição da mata ciliar é o elemento central da proposição e se articula aos muros existentes de contenção do córrego, de maneira majoritária de concreto e, em uma quadra em particular, há um exemplar de muro de gabião¹³. Para os muros de contenção foram concebidos quatro cenários:

- Muro verde com macrófitas: com o intuito evitar a demolição e descarte excessivo de materiais de construção, para muros de contenção de concreto e blocos de concreto foi proposta a implementação de orifícios e vertedouros de água, bem como aplicação de muros verdes com plantas macrófitas, espécies de zonas úmidas, que articulam os ambientes aquáticos e terrestres e funcionam como elementos importantes do ciclo-bioquímico, por meio da produção de carbono orgânico e fósforo (Pinheiro, 2017). As margens do leito seriam assim recompostas, com espécies nativas da região (Figura 121)
- Muro de gabião: manutenção do modelo existente no leito do Córrego São Sebastião e recomposição da mata ciliar com espécies nativas da região (Figura 122)
- Muro de gabião em patamares: a partir de estudos e cálculos mais aprofundados seria possível propor, na quadra específica com o muro de gabião — nas áreas livres verdes mais amplas — plataformas escalonadas, com a técnica de muros de arrimo de gabião (Figura 123). Os patamares, de pequena escala, fazem lembrar os andenes peruanos (Figura 124), que são infraestruturas de conservação e manejo hidrológico e do solo e estão relacionados à agricultura em territórios íngremes (Vivas, 2022). Este cenário possibilitaria maior contato com a água e restauração da vegetação nativa, a partir do plantio mais denso próximo ao córrego e pomares ou micro agroflorestas nos patamares mais elevados, com maior proximidade das calçadas.

¹³ Gabiões são estruturas de contenção, em geral conformadas por gaiolas metálicas de pedras, flexíveis e resistentes a erosão, concebidos com materiais que permitem deformações — dentro dos limites calculados nos projetos — sem que perder a estabilidade (Geossintec, 2023).

- Taludes: restauração dos taludes nos espaços livres verdes públicos, que apresentam área suficiente para sua implementação e que não sejam pontos suscetíveis a enchentes (Figura 125).

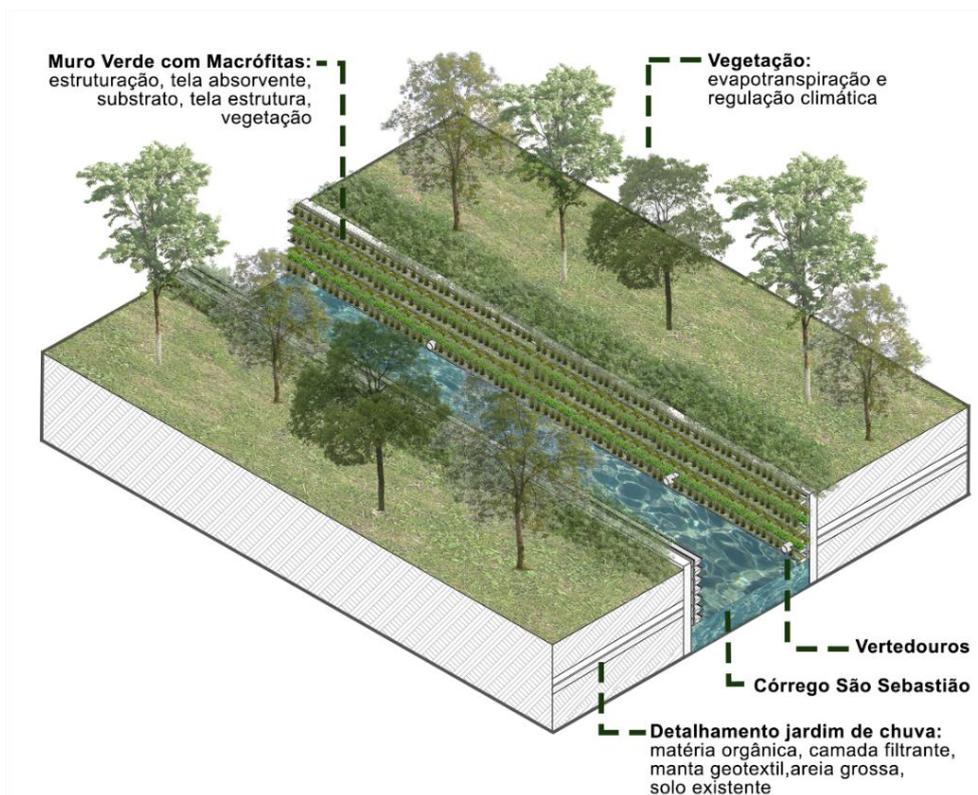


Figura 121 - Ensaio espacial do muro de contenção de muro verde com plantio de espécies macrófitas no leito do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

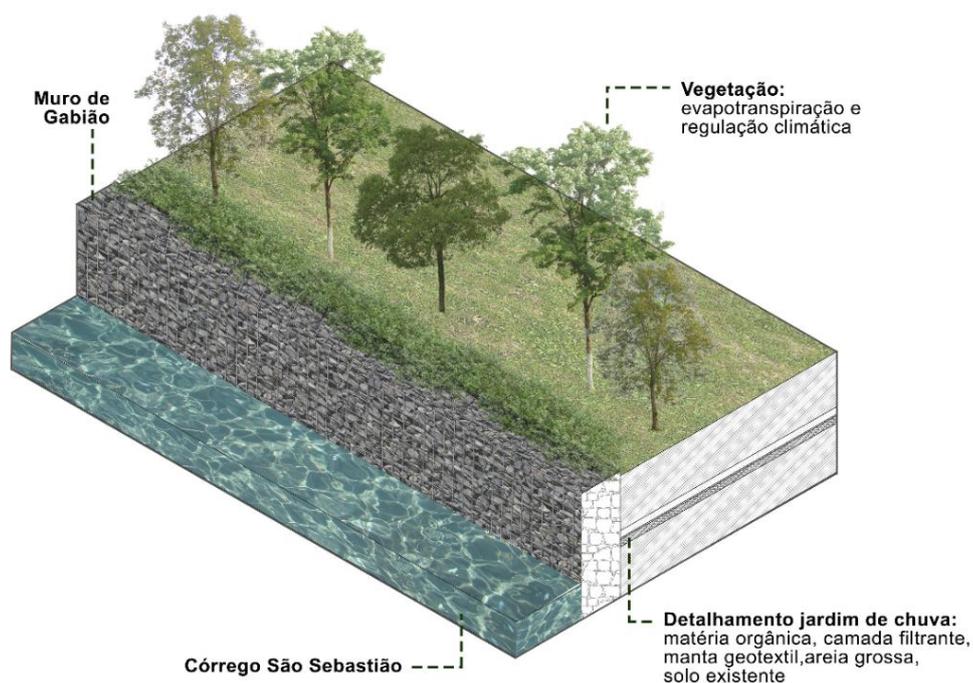


Figura 122 - Ensaio espacial do muro de contenção de gabião no leito do Córrego São Sebastião.

Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

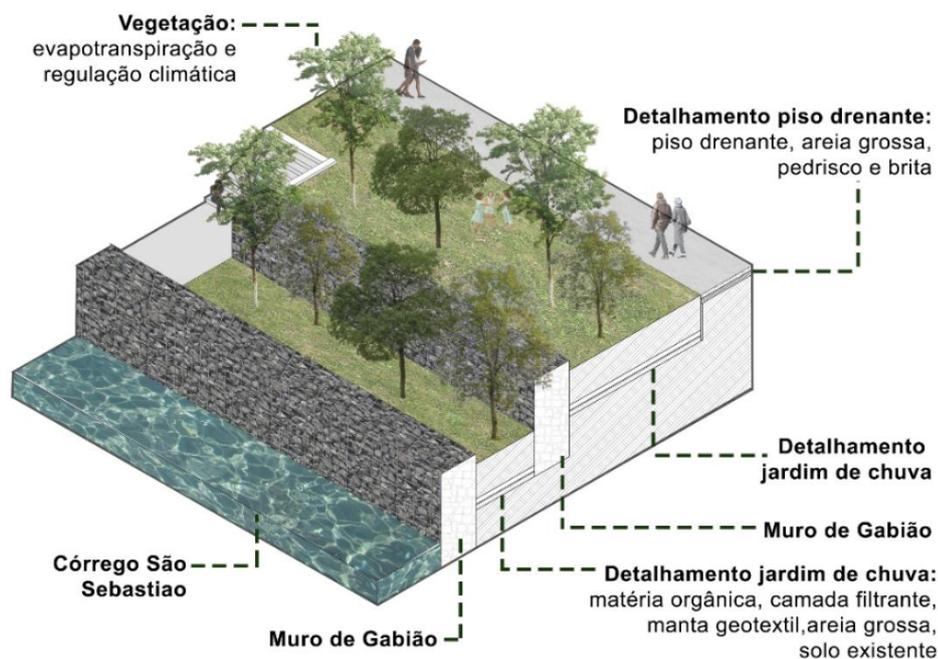


Figura 123 - Ensaio espacial do muro de contenção de gabião em patamares no leito do Córrego

São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.



Figura 124 - Andenes em Tipón, Cusco, Peru. Fonte: Vivas, 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/988409/entendendo-os-terracos-andinos-infraestrutura-natural-e-paisagem> >. Acesso em: 07 dez. 2024.

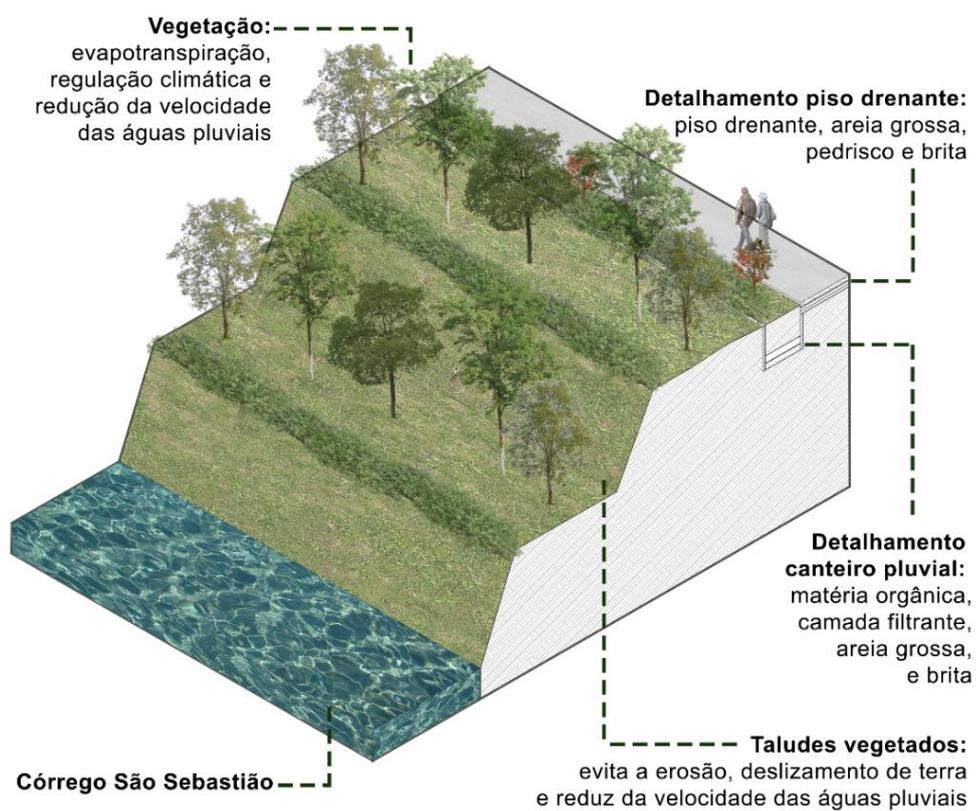


Figura 125 - Ensaio espacial do talude no leito do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

Da mesma forma que a nascente simbólica do Córrego do Aleixo se apresentaria como local de contemplação e convívio no espaço público, o leito do córrego passaria a dispor de visuais ao corpo d'água. Os muros que escondem o Córrego São Sebastião, ao ser retirados, promoveriam a implantação de pequenas praças em *decks* (Figura 126), como forma de extensão das calçadas e maior contato visual e físico com os sistemas naturais. Este cenário ocorreria a cada transversal de vias com respeito ao córrego, mediante a reestruturação dos muros de contenção, implantação de canteiros de chuva nas calçadas, com ladrões que pudessem verter a água excedente para o córrego, remoção de estacionamentos laterais aos espaços de permanência proporcionados pelos *decks* de contemplação.

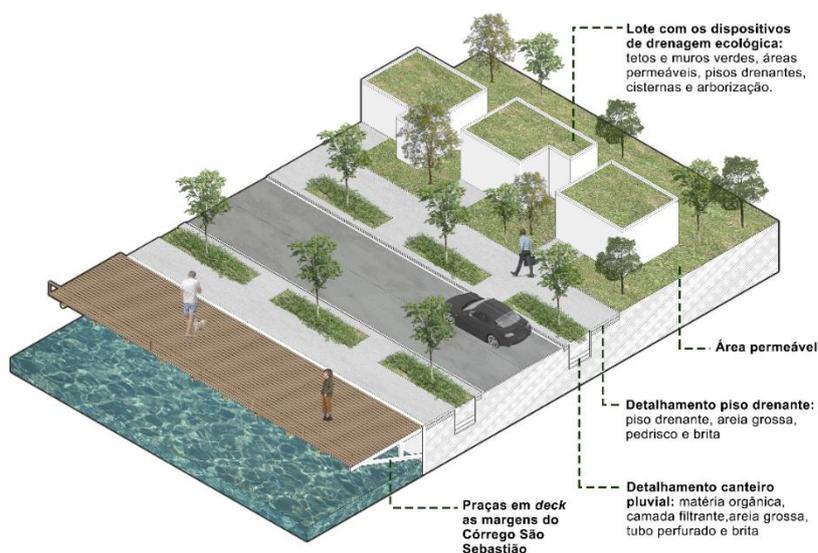


Figura 126 - Ensaio espacial de pequenas praças em *deck* ao longo do Córrego São Sebastião.

Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

Para os lotes edificados que estão sobre o leito do córrego, se propõe a intensificação de arborização, dispositivos de drenagem ecológica e captação de água para reuso, bem como comunicação visual sobre a existência do córrego, se não houver possibilidade de seu destamponamento (Figura 127). Este cenário permitiria maior conhecimento do traçado do corpo hídrico, ampliação da permeabilidade de águas pluviais no solo e filtração dos sedimentos, promovendo sua limpeza antes de ser despejada no córrego.

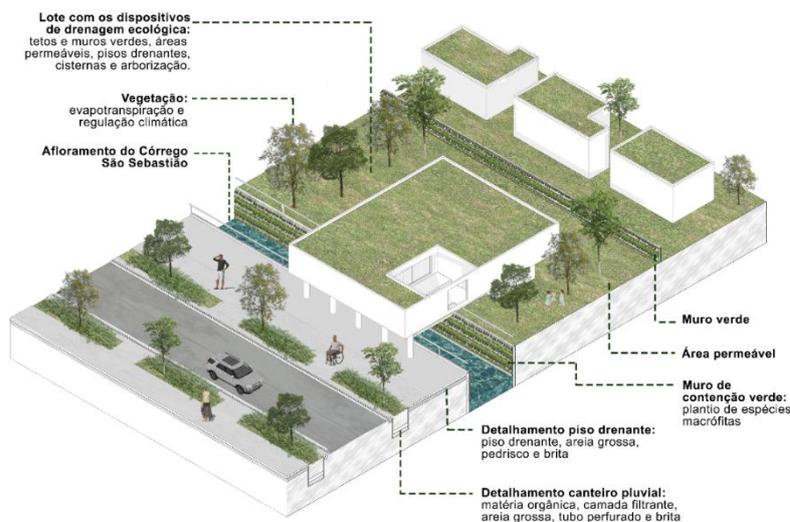


Figura 127 - Ensaio espacial de recuperação do leito do Córrego São Sebastião em lotes edificados. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

A restauração da foz propõe o restabelecimento das margens do Córrego São Sebastião e do Córrego do Aleixo com vegetação densa, visto que esta é uma área acometida por inundações em dias de chuvas intensas. Para este cenário foram consideradas três situações. A primeira, que está diretamente associada à infraestrutura azul, se daria por meio da ampliação da mata ciliar com vegetação nativa e densa, muros verdes de contenção, com plantio de espécies macrófitas e reestruturação das vias com pavimentos permeáveis, canteiros de chuva e ciclovias. A segunda seriam os resquícios de quadras com vegetação rasteira, que apresentam potencial para jardins de chuva, bosques ou pomares urbanos. A terceira se daria pela requalificação das edificações de usos institucionais, como escolas e áreas de lazer próximas à foz, a partir de arborização e dispositivos de drenagem ecológica. As duas últimas situações estão relacionadas diretamente às Infraestruturas Verdes.

Conforme mencionado, as Infraestruturas Verdes seriam implementadas nos espaços privados e públicos, para maior permeabilidade das águas pluviais na sub-bacia do Córrego São Sebastião, por meio dos dispositivos de drenagem ecológica e arborização urbana. Estes dispositivos foram apresentados no Capítulo 2, entre estes os jardins de chuva, biovaletas, canteiros pluviais, bacias de retenção, tetos e muros verdes.

Os jardins de chuva são canteiros de pequena ou média escala (Figura 128) destinados à captação, tratamento e armazenamento temporário das águas pluviais, bem como sua infiltração *in situ*, reduzindo o escoamento acelerado e recarregando o lençol

freático, sendo indicados para praças, parques e áreas verdes sem contenção lateral. São compostos por elementos porosos filtrantes, areia e compostos orgânicos para o plantio de espécies nativas (Figura 129), que suportam os períodos de seca, de inundação de suas raízes, sendo resistentes a mudanças climáticas locais (São Paulo, 2024). De acordo com Pinheiro (2017), espécies com raízes profundas e espessas, com alta produção de biomassa, colaboram para a remoção de orgânicos.



Figura 128 - Exemplo de jardim de chuva. Fonte: São Paulo, 2024, p. 51.

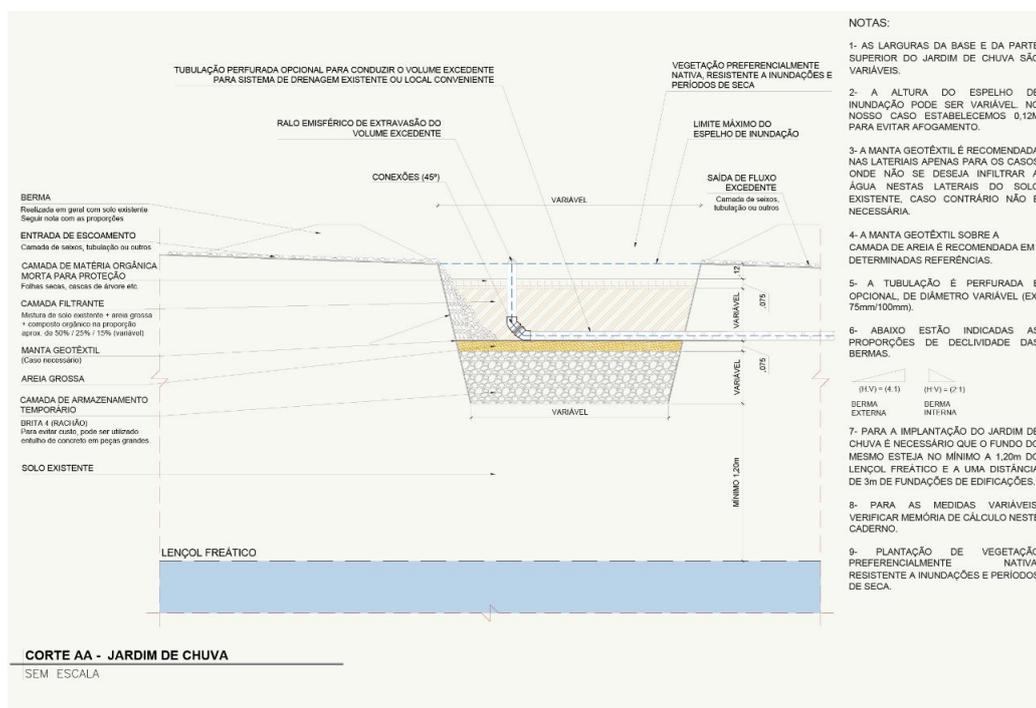


Figura 129 - Detalhamento em corte da tipologia do jardim de chuva. Fonte: São Paulo, 2024, p. 55-56, diagramação adaptada pela autora.

As biovaletas (Figura 130 e 131) são faixas lineares de depressão rasa e vegetada, que apresentam como funcionalidade a filtração de sedimentos, retenção temporária e



Figura 132 - Exemplo de canteiro de chuva. Foto autoral: Carol Prado. Fonte: São Paulo, 2024, p. 39.

Os canteiros de chuva (Figura 132, acima) são jardins de chuva compactados, que podem ser constituídos em diversos formatos e dimensões, além de apresentarem duas modalidades, a infiltrante e a não infiltrante (Figura 133). O canteiro de chuva infiltrante dispõe de barreiras laterais e infiltração de água no solo e o canteiro de chuva não filtrante apresenta um tanque impermeável e tubulação que retira o excedente de águas para áreas drenantes ou canalizadas; esta última modalidade é indicada para situações com limitações, em função da presença de contaminantes ou com solos argilosos, latossolos ou propícios a deslizamentos. Os canteiros de chuva são dispositivos indicados para estacionamentos, ruas com alta taxa de impermeabilização e elevados índices de alagamentos, por exemplo.

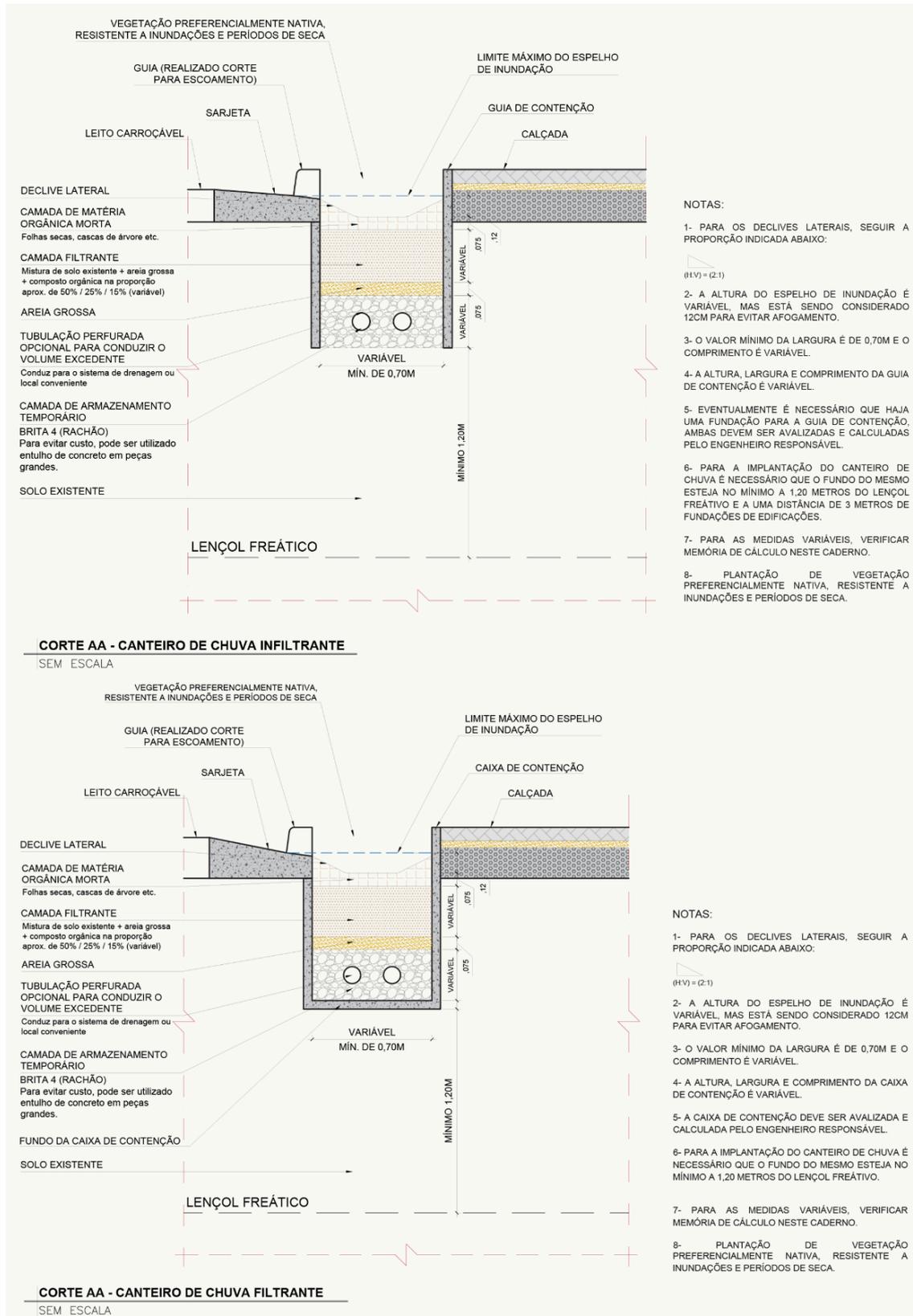


Figura 133 - Detalhamento em corte das modalidades de canteiros de chuva. Fonte: São Paulo, 2024, p. 45-46, diagramação adaptada pela autora.

As bacias de retenção mantêm um volume de água permanente, para tratamento biológico e remoção de poluentes e sedimentos (UACDC, 2010), enquanto as bacias de detenção ou de infiltração abrigam temporariamente volumes de águas pluviais, se mantendo secas durante estiagens (São Paulo, 2024). São indicadas para espaços urbanos como praças, parques, áreas verdes e de lazer. Os tetos verdes e muros verdes são dispositivos que permitem o plantio nas áreas edificadas. Os tetos verdes são compostos por camadas de substrato, manta anti-raízes, filtro, drenagem e manta impermeabilizadora (Figura 134) e abarcam processos de infiltração, evapotranspiração e filtragem, colaborando com o manejo das águas pluviais, redução das ilhas de calor, conforto das edificações e oferecem espaços de lazer e *habitat* para fauna (Pinheiro, 2017).

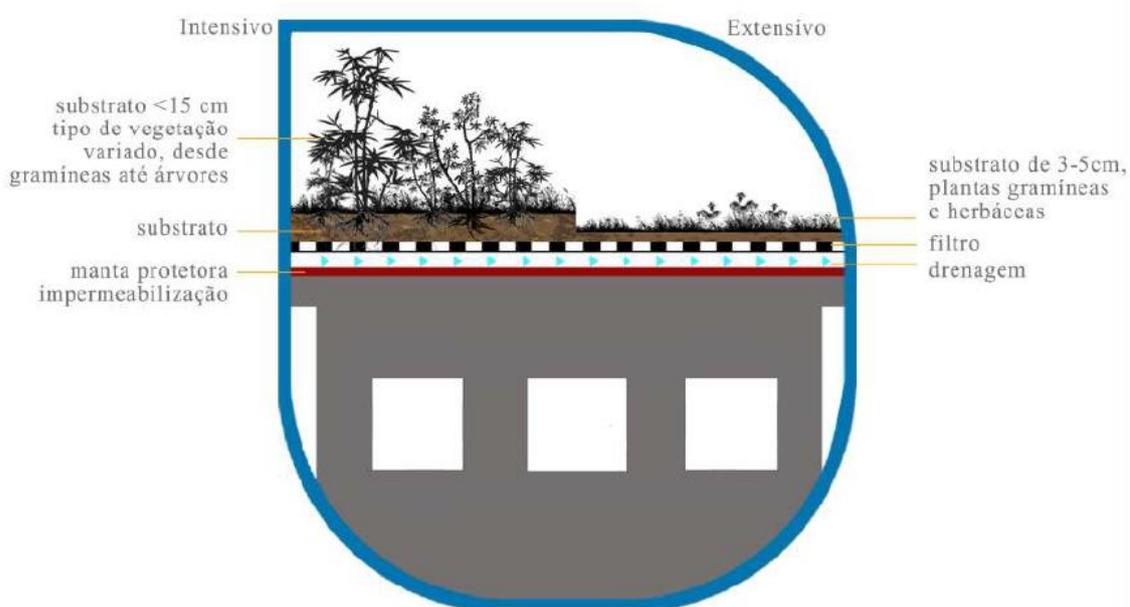


Figura 134 - Exemplo de corte-tipo com camadas do teto verde. Fonte: Pinheiro, 2017, p. 95.

Os muros ou paredes verdes se compõem por suportes e plantas adequadas ao local, como jardins verticais. Podem ser realizados de forma modular, como estruturas aplicadas a empenas existentes ou construídas especificamente para este fim, com uma função biofílica e funcional, com respeito à capacidade das vegetações em colaborar para a purificação do ar, das águas pluviais, para o arrefecimento de temperaturas e provisão de umidade do ar (Ecotelhado, c2024) (Figura 135). A depender das circunstâncias de implantação os muros ou paredes verdes devem contar com sistema de irrigação.



Figura 135 - Exemplos de parede em edificação e muro verde. Fonte: Ecotelhado, c2024.

Articuladas a dispositivos de drenagem ecológica, as áreas verdes multifuncionais têm a premissa de verdejar o espaço urbano. A arborização urbana compreende o planejamento do plantio de árvores, em espaços públicos e privados. Através de processos de fotossíntese e respiração das espécies vegetais são reduzidos os impactos da poluição atmosférica, há melhora da qualidade do ar, diminuição das temperaturas extremas e estímulo e continuidade do *habitat* da fauna e flora, com incremento de saúde, bem-estar e qualidade vida. A escolha das espécies deve considerar as características climáticas locais, com preferência por espécies nativas, tendo em conta: largura mínima de calçada de 1,90m, com 1,20m destinados ao passeio público e 70cm à faixa de serviço, para implantação de equipamentos e mobiliário urbano, respeitar distâncias em relação a esquinas, elementos e mobiliário urbano, considerar o tipo de tráfego nas faixas de rolamento e a dimensão da copa das árvores adotadas, provendo canteiros de dimensões mínimas de 0,60mx0,60mx0,50m (São Paulo, 2024) (Figura 136).

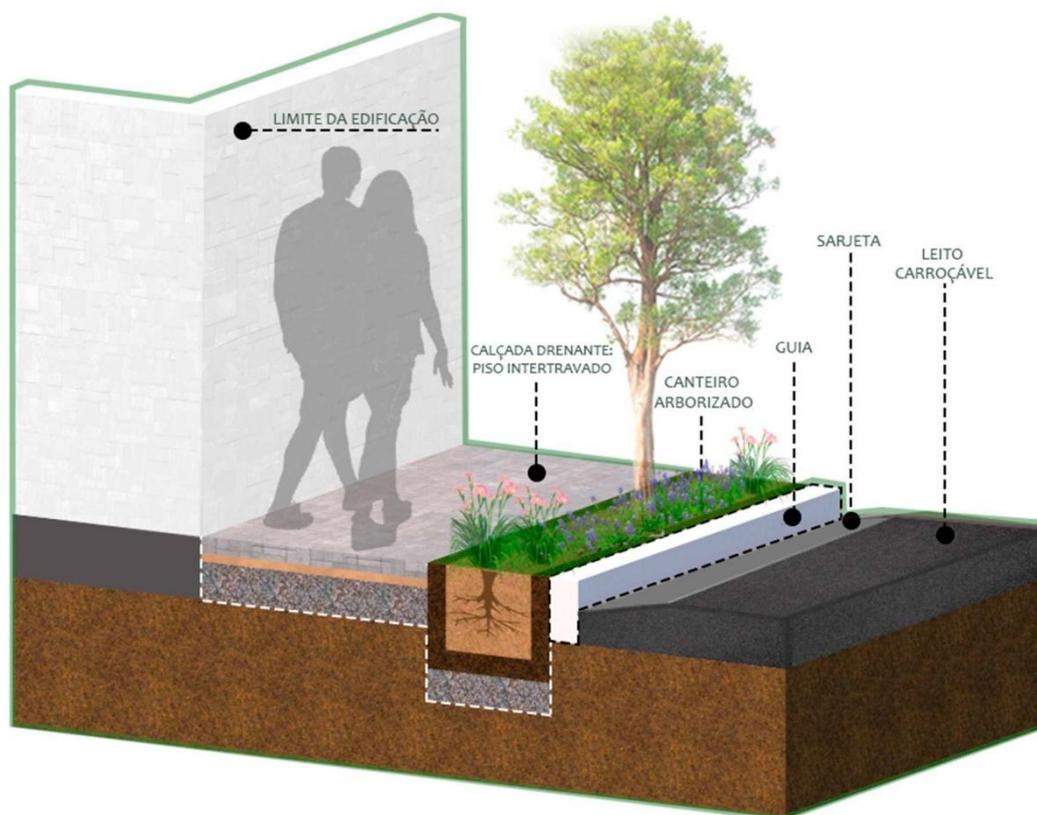


Figura 136 - Ilustração de exemplo de arborização urbana. Fonte: São Paulo, 2024, p. 135.

Os bosques e jardins de vegetação rasteira são tipologias que possibilitam a permeabilidade do solo e as hortas urbanas, pomares urbanos e agroflorestas, além de infiltrar água no lençol freático, permitem o cultivo de espécies comestíveis e orgânicas na escala urbana e dos lotes. Neste ensaio, consideramos o mais indicado: hortas para as áreas institucionais educacionais e culturais; pomares em áreas institucionais, calçadas, canteiros, praças e demais áreas livres; e agroflorestas em espaços livres verdes amplos, para o cultivo das espécies de maneira competitiva-cooperativa (Cardim, 2020).

Os ensaios de implementação de Infraestrutura Verde abarcam os espaços públicos como praças, áreas institucionais como escolas e áreas de lazer, e reconfiguração das vias e espaços privados, como os lotes edificadas e não edificadas.

No estudo de caso em tela, as praças se configuram em duas situações, com presença do leito do Córrego São Sebastião e sem a presença do corpo hídrico. A Praça Primavera é um exemplar de espaço público com presença de corpo d'água e requer dispositivos de drenagem ecológica e arborização urbana, devido aos riscos de inundações em dias de chuva. Os dispositivos elencados nesta praça são; substituição dos pavimentos impermeáveis por pisos drenantes; canteiros permeáveis com jardins de chuva, bosques,

pomares, vegetação rasteira e arbustiva; calçadas com biovaletas; transformação da fonte em uma bacia de detenção, para armazenamento temporário e tratamento das águas pluviais; muros arrimo verdes, com espécies macrófitas; e tetos e paredes verdes nas edificações, como os sanitários e quiosques.

A praça Francisco Barreto é um exemplar de espaço público sem presença de corpo hídrico, com potencial de implementação de arborização e elementos de drenagem ecológica. Os dispositivos elencados para implementação na praça são: substituição de pavimentos impermeáveis por pisos drenantes; canteiros permeáveis com jardins de chuva, bosques e vegetação rasteira e arbustiva; calçadas com biovaletas; e tetos e paredes verdes nas edificações, como lanchonetes.

A Praça São Sebastião e a Escola Estadual Coronel Almeida Pinto são exemplares de uso institucional, articulado a espaços livres públicos. Esta configuração é modelar para usos institucionais culturais, educacionais, de saúde e para áreas de lazer, que estão situadas no recorte circunstanciado e na sub-bacia do Córrego São Sebastião. Os dispositivos elencados para a escola são: hortas; muros e tetos verdes; substituição dos pavimentos impermeáveis por pisos drenantes; e arborização com vegetação nativa. Para a praça, predica-se a implementação de jardins de chuva; pomar urbano; pisos drenantes; canteiros de chuva e biovaletas, com espécies nativas.

A remodelação das vias existentes compreende a ampliação de áreas verdes nas atuais faixas de estacionamento de veículos, em detrimento do excesso de espaços para estes, gestão das águas pluviais, arborização urbana, passeio adequado aos pedestres e cenários mais seguros para dias de chuva. Uma referência importante foi a urbanização de determinados bairros de Lima, Peru, como ilustram as Figuras 137 e 138, abaixo.



Figura 137 - Calçadas com dispositivos de drenagem ecológica e arborização urbana em vias públicas em bairros de Lima, Peru. Fonte: Vera Luz.



Figura 138 - Agenciamento de calçadas, ajardinamento e arborização urbana em vias públicas em bairros de Lima, Peru. Fonte: Vera Luz.

A tipologia da Avenida 43, que é recorrente na cidade de Barretos, apresenta a configuração de via de mão dupla com canteiro central, conforme anteriormente apresentado na Figura 99; requer a transformação do canteiro elevado central em canteiro de chuva, ampliação de canteiros de chuva, biovaletas e arborização, em calçadas ampliadas sobre as atuais faixas contínuas de estacionamento de veículos, para drenagem adequada das águas pluviais; e ciclo faixas unidirecionais, para incremento do uso de bicicletas com segurança (Figura 139).

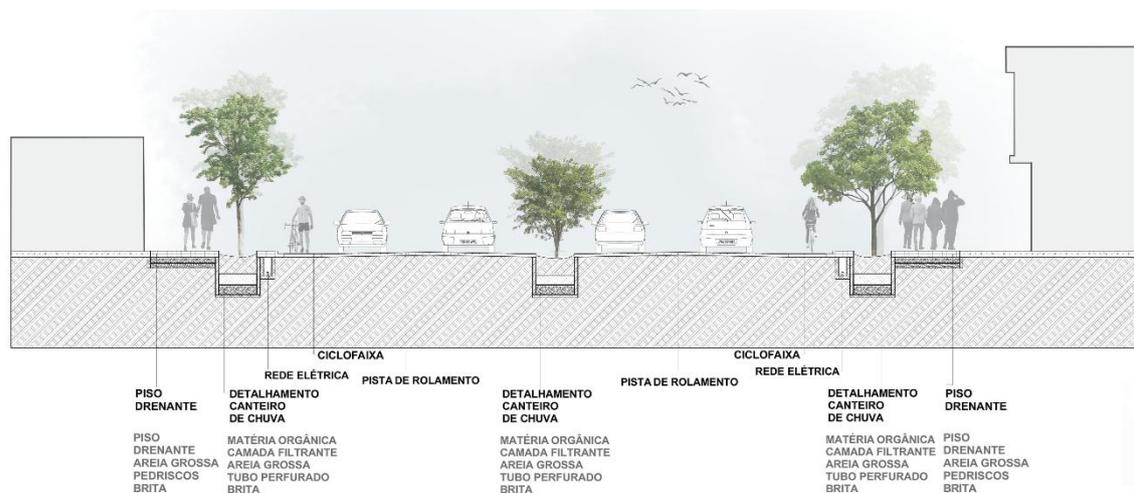


Figura 139 - Ensaio espacial da avenida 43. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

As tipologias das vias coletoras são duas, sendo uma com uma pista de rolamento e a outra com duas pistas de rolamento, conforme apresentadas anteriormente nas Figuras 100 e 101. Nestas configurações (Figura 140) predica-se serem implementados os mesmos dispositivos, sendo eles, estacionamentos em apenas uma lateral da via, articulados à ampliação de calçada com canteiros de chuva e arborização, mantendo entrada de veículo para cada lote; instalações de energia no subsolo; e piso permeável nas calçadas.

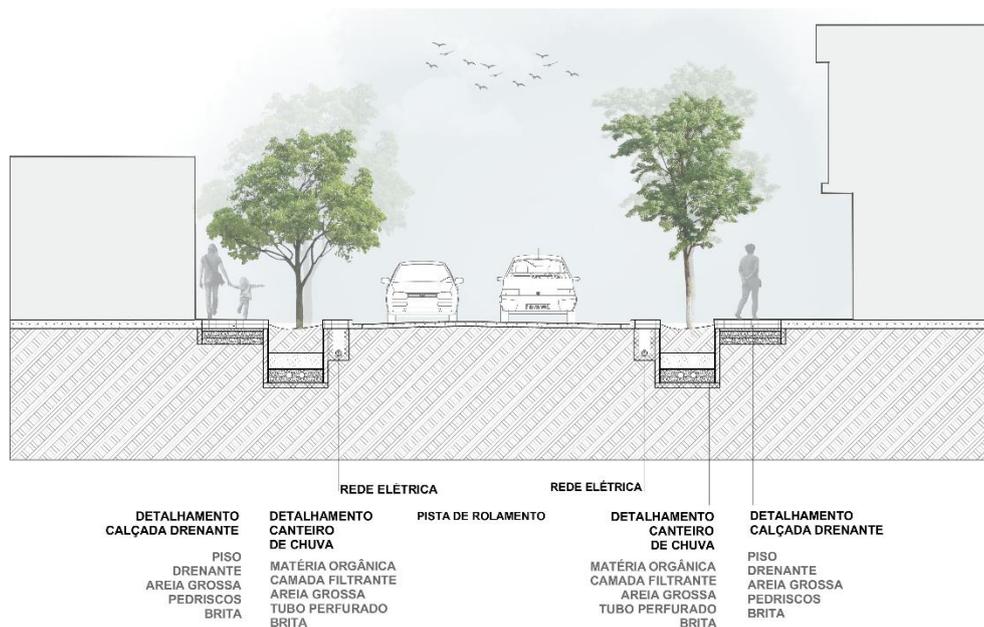


Figura 140 - Ensaio espacial exemplar de via coletora. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

A tipologia da via na foz do Córrego São Sebastião dispõe de canteiro central com o leito do Córrego do Aleixo e faixas de rolamento de cada lado, com sentidos diferentes. Essa configuração abarcaria dispositivos de muros verdes com macrófitas, reconstituição da mata ciliar em áreas livres, calçadas permeadas articuladas a biovaletas e pavimentos permeáveis, e ciclofaixas unidirecionais (Figura 141).

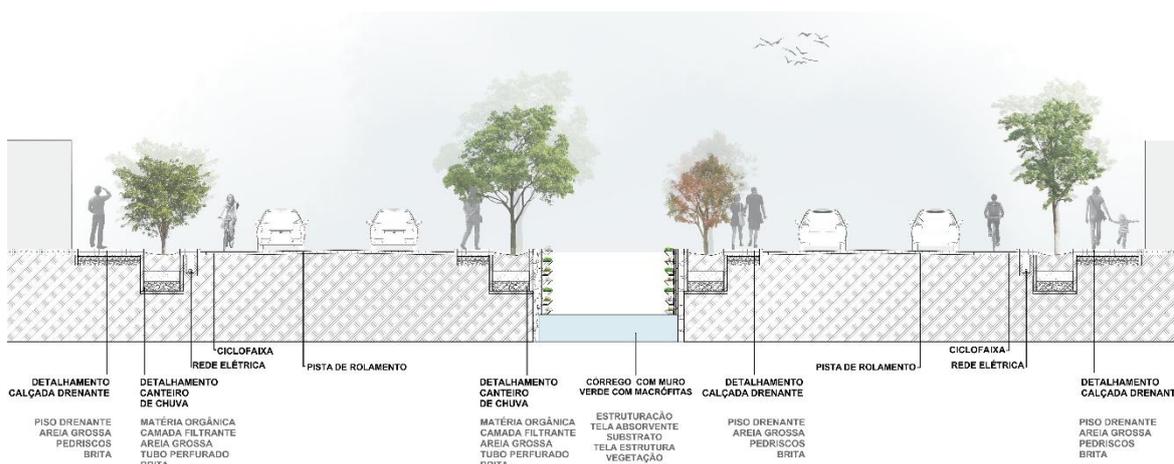


Figura 141 - Ensaio espacial da via na foz do Córrego São Sebastião. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024

A tipologia de calçada requer arborização para sombreamento do passeio dos pedestres e dos espaços convívios. Os dispositivos que compoariam esta configuração seriam canteiros de chuva; arborização com espécies nativas; plantio de espécies

trepadeiras, floridas ou comestíveis, nas estruturas existentes; mobiliários urbanos, como bancos, mesas para as lanchonetes, e lixeiras (Figura 142).

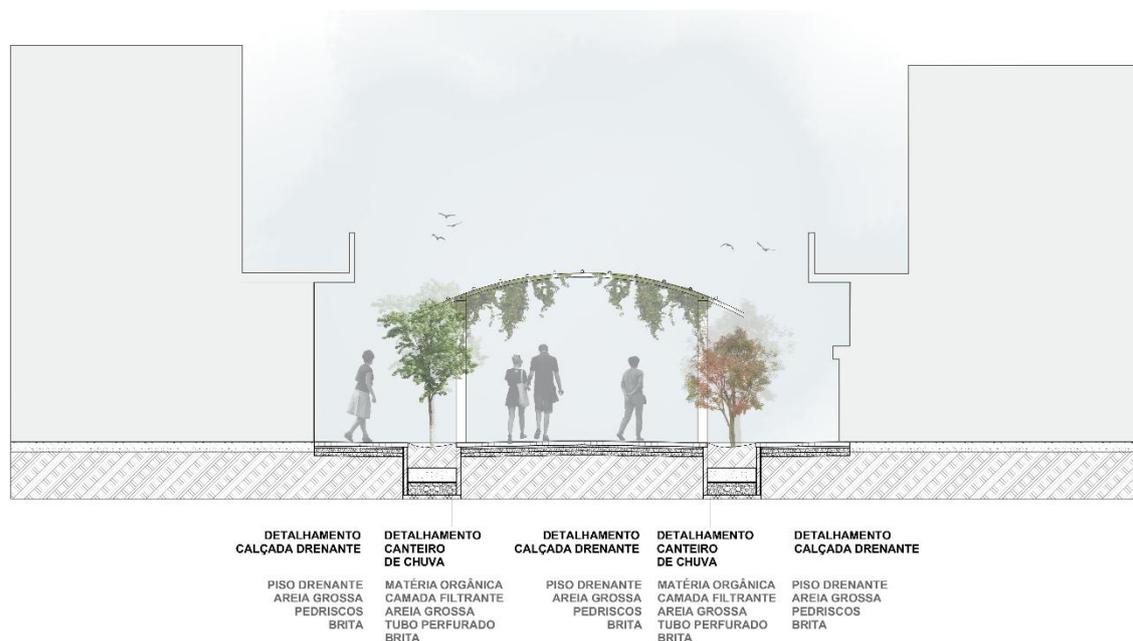


Figura 142 - Ensaio espacial do calçadão. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024.

Quanto aos lotes privados do recorte circunstanciado, dada sua relação de contiguidade com o Córrego São Sebastião, predica-se, como diretriz, a obrigatoriedade de ampliação da taxa de permeabilidade; instituir dispositivos de drenagem ecológica, como jardins de chuva e tetos e muros verdes; instalação cisternas para armazenamento e reuso das águas pluviais para atividades domésticas. A implementação destes dispositivos visa colaborar com a qualidade das águas a serem infiltradas *in situ* no lençol freático, mediante a decomposição bio-físico-química da poluição difusa e a filtragem dos sedimentos, redução da velocidade de escoamento das águas pluviais; redução de consumo de água potável; e abastecimento para reuso conveniente. Entende-se que o manejo de águas pluviais, nas condições de localização dos lotes em pauta, deva ser de responsabilidade dos proprietários, sem despejo de excedente nas vias públicas, de modo que as propriedades, nesta condição, exerçam sua função social, para o que recorre-se ao Estatuto da Cidade (Brasil, 2001), que regula o uso da propriedade a favor do bem coletivo, segurança e bem-estar dos cidadãos e equilíbrio ambiental, em associação ao disposto na Lei Federal 14.285 (Brasil, 2021), anteriormente mencionada, que predica determinadas possibilidades de urbanização de APP's lindeiras aos corpos d'água. Para os lotes privados não edificados, é proposto que, para aprovação de novos projetos pela prefeitura, seja condicionada a parâmetros urbanísticos mais restritivos, tais quais, taxa de ocupação

máxima de 50%; área permeável correspondente a metade do espaço livre; e implementação de dispositivos de possibilitem o manejo das águas pluviais internamente aos lotes, como tetos e paredes verde, cisternas, jardins de chuva para filtragem e absorção de águas removidas de piscinas e arborização. Aos proprietários que, a partir de incentivos tributários não edificarem, seria facultado implementar agroflorestas ou bosques com jardins de chuva, para manejo das águas pluviais e incentivo do cultivo de alimentos orgânicos.

No que corresponde às infraestruturas cinzas, para os ensaios de implementação, foi abordada a adaptação das infraestruturas existentes, mediante a proposta de instalação de ciclo faixas e pavimentos permeáveis.

As ciclofaixas são infraestruturas cinzas passíveis de articulação ao sistema viário, para possibilitar a mobilidade urbana por meio de transporte de baixo impacto, como bicicletas. Consistiriam em uma pista adicional lateral às faixas de rolamento de veículos do leito carroçável, podendo ser unidirecionais ou em sentido duplo de tráfego. Nas proposições de vias apresentadas, as ciclofaixas foram concebidas de modo unidirecional devido ao tecido urbano consolidado, dimensão das vias existentes e ,como estariam inseridas nas vias de fluxo rápido, busca impedir acidentes, como colisões ou atropelamentos (São Paulo, 2024).

Os pisos drenantes são dispositivos que permitem maior permeabilidade de águas pluviais no solo, em comparação às pavimentações impermeáveis (Figura 143). Calçadas, estacionamentos, parques e praças são exemplos de espaços onde os pisos drenantes seriam implementados. Como apresentado, os ensaios propostos envolvem pisos drenantes vinculados a dispositivos de drenagem ecológica em calçadas, pisos de circulação e permanência em escolas, praças e áreas de lazer (Caldas, 2020).

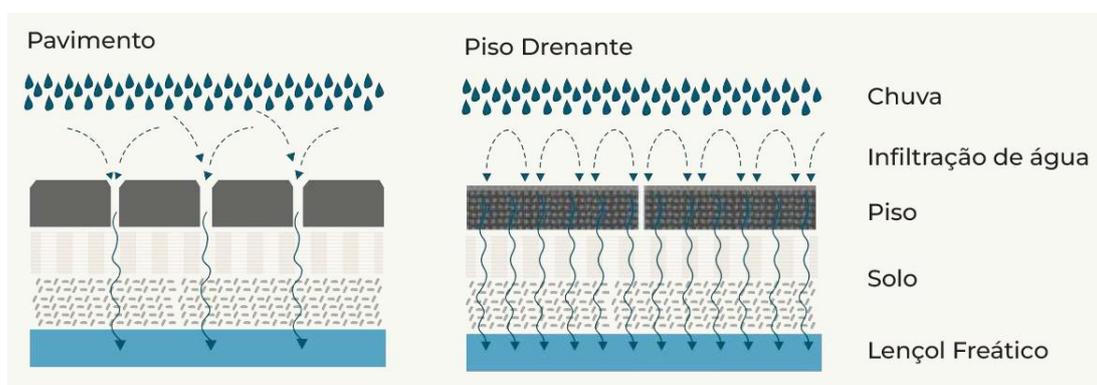


Figura 143 - Comparativo da permeabilidade entre pavimentos impermeáveis e pisos drenantes.

Fonte: São Paulo, 2024, p. 117.

Em estacionamentos, como elementos relacionados a infraestruturas cinzas, a implementação de pisos drenantes propiciam o melhor manejo do escoamento superficial de águas pluviais, na medida em que tendem a conter presença significativa de poluição difusa. Como proposição, em estacionamentos seriam implementados pisos drenantes e canteiros pluviais entre as vagas, permitindo a filtração de sedimentos, associados à arborização, para o sombreamento e redução das ilhas de calor, como foi apresentado no estudo de caso da sub-bacia Little Creek Palarm no Capítulo 2.

Cada tipologia de piso drenante é indicada para determinados usos, devido à resistência dos materiais para maior durabilidade. Serão exemplificados quatro pisos drenantes, os blocos intertravados, concregrama, o concreto permeável e o fulget. O piso de blocos intertravados é indicado para áreas de passeio, como calçadas (Figura 144), parques e praças, por apresentarem características antiderrapantes, alta durabilidade e fácil reaproveitamento e reposição de peças. Os blocos intertravados são a camada superficial quando de um dispositivo de piso permeável, como ilustram os cortes da Figura 145, que apresentam as camadas dessa tipologia, de modo que se possibilita a retenção, filtração e infiltração das águas pluviais no solo, por apresentar materiais de fácil permeabilidade como a areia e brita graduada simples (São Paulo, 2024).



Figura 144 - Exemplo de aplicação do bloco intertravado em calçadas. Foto autoral: Milena Boni.

Fonte: São Paulo, 2024, p. 94.

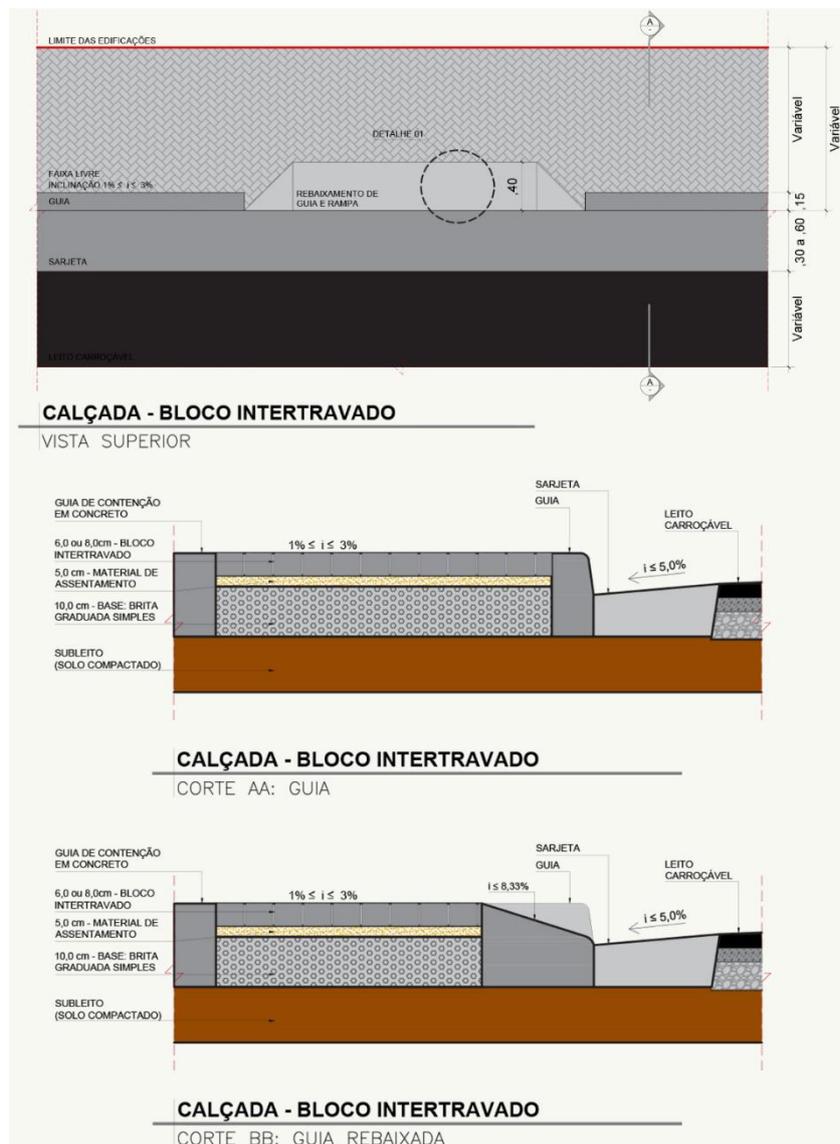


Figura 145 - Detalhamento em planta e corte de piso permeável de blocos intertravados. Fonte: São Paulo, 2024, p. 98, com diagramação modificada pela autora.

O concregrama (Figura 146) é indicado para jardins, estacionamentos e vias de tráfego leve. A sua composição por blocos vazados (Figura 147), assentados diretamente no solo e preenchidos com terra adubada e grama, preserva relativa permeabilidade do solo, auxilia na infiltração de águas pluviais no lençol freático, beneficia o micro clima local e a biodiversidade, melhora a acústica, por diminuir os ruídos do tráfego (São Paulo, 2024).



Figura 146 - Exemplo de aplicação de piso permeável de concregrama em estacionamento de veículos e piso de blocos de concreto intertravados em calçadas e leito carroçável. Foto autoral: Milena Boni. Fonte: São Paulo, 2024, p. 101.

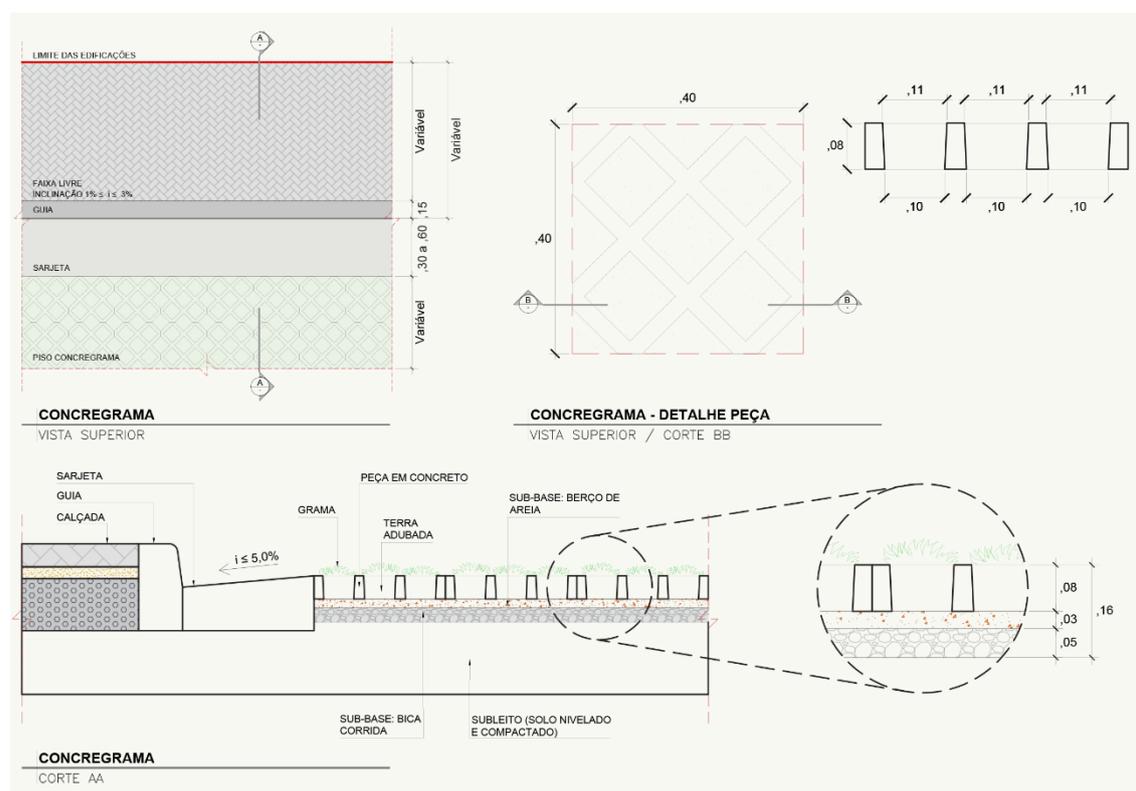


Figura 147 - Detalhamento em planta, corte e detalhe da peça de concregrama. Fonte: São Paulo, 2024, p. 105, modificado pela autora.

O concreto permeável consiste em um piso poroso, que pode ser utilizado em calçadas (Figura 148), pátios, parques, praças, ruas de baixo tráfego e ciclovias. Devido a sua porosidade, é antiderrapante e promove o reabastecimento do lençol freático e reduz o risco de enchentes nas áreas urbanas. Os sistemas de infiltração por meio do concreto

permeável são classificados em duas modalidades: infiltração total, onde toda a água é infiltrada no solo e infiltração parcial, onde parte da água infiltra no solo e parte é armazenada temporariamente e removida por dreno (Figura 149). Para elencar qual sistema utilizar, se faz necessário estudos das características do solo e seguir as exigências da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira NBR16416 (São Paulo, 2024).



Figura 148 - Exemplo de aplicação dos blocos de concreto permeável em calçadas. Foto autoral: Melena Boni. Fonte: São Paulo, 2024, p. 108.

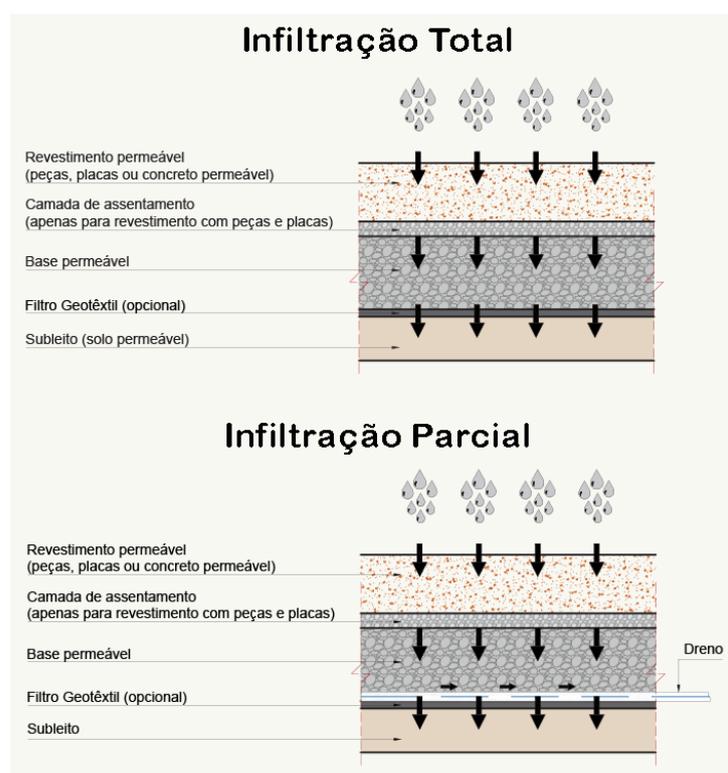


Figura 149 - Detalhamento em corte de piso de blocos de concreto permeável com infiltração total e parcial. Fonte: São Paulo, 2024, p. 109, com diagramação modificada pela autora.

O fulget (Figura 150) é um piso drenante geralmente realizado in loco (pode também ser realizado em placas pré-fabricadas), à base de resina e agregados mediante mistura de mármore, cimento, granitos, aditivos granulados e outros materiais. Pode ser implementado em espaços públicos, como calçadas, parques, praças e rampas e nos espaços privados, como pisos em jardins e varandas. Dentre as principais características desta tipologia estão a alta permeabilidade, a alta resistência, a alta durabilidade, a superfície regular e antiderrapante e a propriedade antitérmica (São Paulo, 2024).



Figura 150 - Exemplo de aplicação do fulget em espaços públicos. Foto autoral: Master Plate.

Fonte: São Paulo, 2024, p. 116.

Os dispositivos apresentados nas infraestruturas azuis, verdes e cinzas se revelam articuladores e passíveis de salvaguarda de Áreas de Proteção Permanente (APP) urbanas. A infraestrutura de APP, conforme proposta, requer diretrizes para os espaços públicos e os espaços privados. Para os espaços livres públicos o cenário atual com vegetação rasteira se modificaria para uma paisagem com a restauração da mata ciliar com vegetação nativa e recuperação do Córrego São Sebastião. A infraestrutura azul se definiu mediante ferramentas de reconstrução das faixas de contenção do córrego, com plantio de espécies macrófitas ou pela técnica de muros de gabião, ou pela recomposição das margens, por meio de vegetação típica de mata ciliar, que impede a erosão e deslizamentos de terra, que filtram os sedimentos, impedindo que poluentes cheguem ao corpo hídrico; abastecem o lençol freático, devido à infiltração no solo; e possibilitam a continuidade do *habitat* silvestre e características ecossistêmicas.

Os espaços privados nas APP do Córrego São Sebastião, se apresentam em duas situações, uma com lotes edificadas, que é a configuração predominante no recorte

circunstanciado e lotes não edificados, localizados próximos às áreas suscetíveis a inundações, como apresentado no diagnóstico, nos mapas de uso do solo. Nas proposições ensaiadas para os lotes privados localizados na APP, as infraestruturas verdes e cinzas articuladas seriam formas para que os proprietários gerenciem as águas pluviais, a partir da captação, tratamento, armazenamento e reuso.

Para os lotes com edificações consolidadas, na APP, postulou-se a obrigatoriedade de ampliação da taxa de permeabilidade nos espaços livres, implantação de tetos verdes e muros verdes, drenagem ecológica e cisternas para armazenamento e reuso das águas pluviais em atividades domésticas (Figura 151). Para mitigação dos desastres socioambientais, esta situação poderia ser expandida, como compulsória, para o recorte circunstanciado, e facultativa (Figura 152), para as demais quadras inseridas na sub-bacia do Córrego São Sebastião, mediante incentivos tributários, como redução ou isenção de IPTU, para que estes mecanismos pudessem ser implementados.

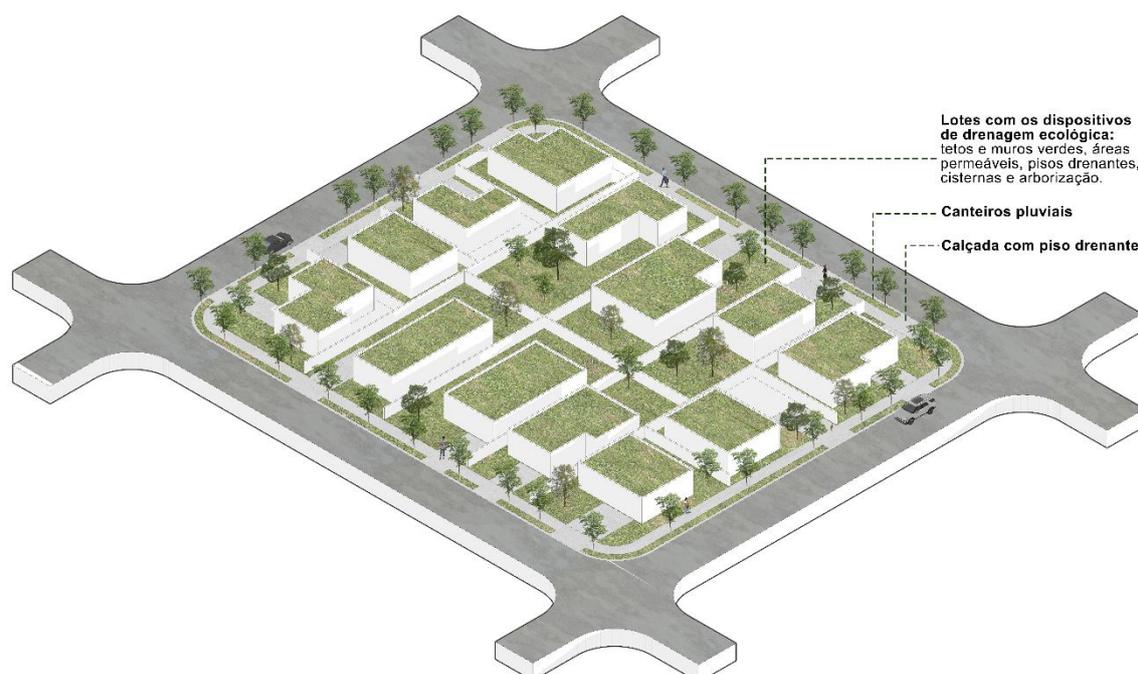


Figura 151 - Ensaio espacial das quadras com os lotes com implementação de verdejamento urbano e dispositivos de drenagem ecológica obrigatória. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024

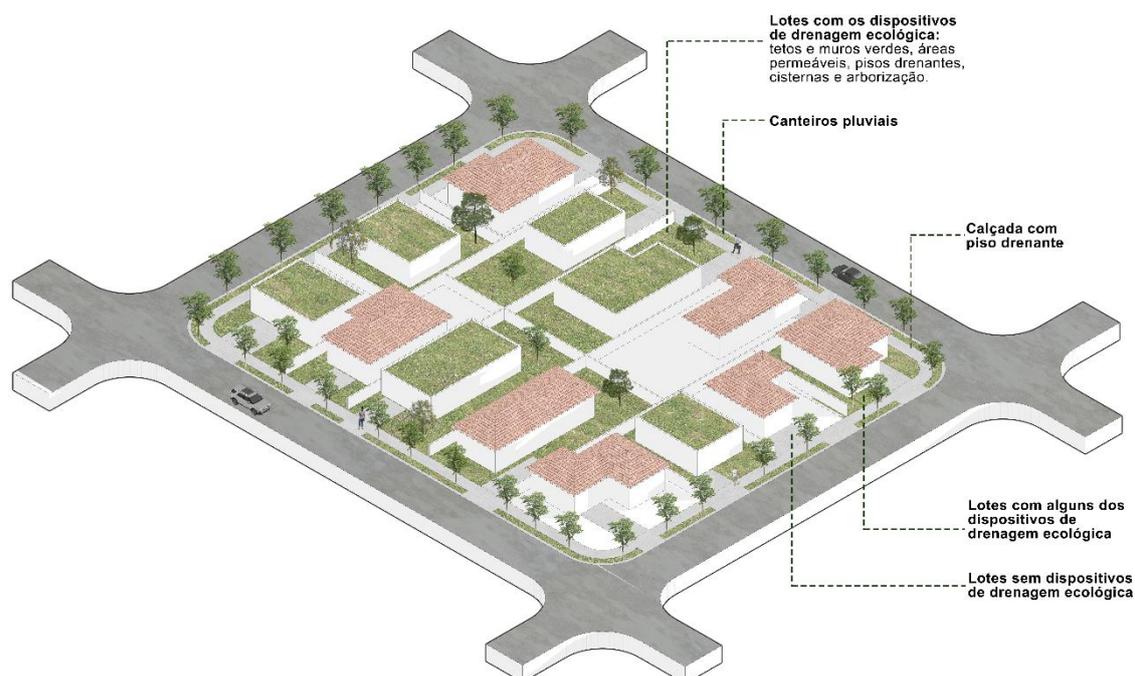


Figura 152 - Ensaio espacial das quadras com os lotes com implementação de verdejamento urbano e dispositivos de drenagem ecológica facultativa. Fonte: Autoral, com colaboração de Mayara Vicente Batista e Victor Alerrandro Oliveira Santos, 2024

Para os lotes não edificados, foram propostas as diretrizes urbanas apresentadas no diagnóstico, sendo estas: taxas de ocupação máxima de 50%, ampliação da área permeável, arborização, dispositivos de drenagem ecológica e cisternas. Para estes lotes também foi proposta a possibilidade de os proprietários implementarem bosques com jardins de chuva ou agroflorestas, para ampliar a permeabilidade do solo, manejo das águas pluviais e incentivo do cultivo de orgânicos, como apresentado nas Infraestruturas Verdes.

Os dispositivos de drenagem ecológica e verdejamento urbano propostos são multiescalares e complementares, dada sua interdependência e a influência que um exerce sobre o outro, o que reforça o caráter de entrelaçamento das infraestruturas azuis, verdes, cinzas e de tratamento das APPs. Estes são caracterizados a partir das prerrogativas da metodologia do Low Impact Development (LID) (UACDC, 2010) e das Florestas Urbanas, conceituados e fundamentados no Capítulo 2, que foram sintetizados em termos de articulação à realidade do estudo de caso, para a proposição de renaturalização e qualificação dos espaços urbanos, no sentido de configurar benefícios humanos e ecossistêmicos — em acordo com os fundamentos das Soluções baseadas na Natureza. A Tabela 9, a seguir, sintetiza sua proposição no presente trabalho:

Imagem	Dispositivos	Caracterização	Infraestrutura	Relação Público - Privado	Configurações do tecido urbano
	Bacia de Detenção	Dispositivo LID - 5 Infraestrutura convencional de detenção	Infraestrutura Verde	Público	5 - Praça com corpo hídrico
	Captação da água pluvial	Dispositivo LID - 7 Infraestrutura convencional de retenção	Infraestrutura Verde	Público e privado	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 3 - APP com áreas edificadas, 5 - Praça com corpo hídrico (edificações), 6 - Praça com áreas institucionais (edificações), 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas, 10 - Estacionamento (em caso de construções e muros)
	Muro verde	Dispositivo LID - 12 Infraestrutura convencional de filtração	Infraestrutura Azul e Infraestrutura Verde	Público e privado	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas (muros de contenção), 3 - APP com áreas edificadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico (edificações), 6 - Praça com áreas institucionais (edificações), 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas, 10 - Estacionamento (em caso de construções e muros)
	Teto verde	Dispositivo LID - 13 Infraestrutura biológica de filtração	Infraestrutura Verde	Público e privado	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 3 - APP com áreas edificadas, 5 - Praça com corpo hídrico (edificações), 6 - Praça com áreas institucionais (edificações), 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas, 10 - Estacionamento (em caso de construções e muros)
	Piso drenante	Dispositivo LID - 14 Infraestrutura biológica de infiltração	Infraestrutura Verde, Infraestrutura Cinza e Tratamento da APP	Público e privado	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 3 - APP com áreas edificadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 7 - Calçadões, 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas, 10 - Estacionamento
	Jardins de chuva	Dispositivo LID - 17 Infraestrutura biológica de infiltração	Infraestrutura Azul e Infraestrutura Verde	Público	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 10 - Estacionamento
	Canteiros de chuva	Dispositivo de drenagem ecológica Infraestrutura biológica de infiltração	Infraestrutura Verde	Público	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 7 - Calçadões, 8 - Lotes sem edificação, 10 - Estacionamento
	Faixas ribeirinhas	Dispositivo LID - 18 Infraestrutura biológica de infiltração	Infraestrutura Azul	Público	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 3 - APP com áreas edificadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico
	Biovaletas	Dispositivo LID - 19 Infraestrutura biológica de tratamento	Infraestrutura Verde	Público	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 3 - APP com áreas edificadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico (edificações), 6 - Praça com áreas institucionais, 7 - Calçadões, 8 - Lotes sem edificação, 10 - Estacionamento
	Arborização urbana	Floresta Urbana	Infraestrutura Azul, Infraestrutura Verde, Infraestrutura Cinza e Tratamento da APP	Público	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 3 - APP com áreas edificadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 7 - Calçadões, 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas, 10 - Estacionamento
	Florestas de Bolso	Floresta Urbana	Infraestrutura Azul e Infraestrutura Verde	Público	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 8 - Lotes sem edificação
	Bosques	Floresta Urbana	Infraestrutura Azul e Infraestrutura Verde	Público	2 - APP com áreas vegetadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas
	Vegetação rasteira	Floresta Urbana	Infraestrutura Azul, Infraestrutura Verde, Infraestrutura Cinza e Tratamento da APP	Público e privado	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 3 - APP com áreas edificadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 7 - Calçadões, 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas, 10 - Estacionamento
	Pomares e Hortas	Floresta Urbana	Infraestrutura Azul, Infraestrutura Verde e Tratamento da APP	Público e privado	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 3 - APP com áreas edificadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 8 - Lotes sem edificação, 9 - Vazios nos lotes edificadas
	Micro agroflorestas	Floresta Urbana	Infraestrutura Azul, Infraestrutura Verde e Tratamento da APP	Público e privado	1 - Nascente do Córrego São Sebastião, 2 - APP com áreas vegetadas, 4 - Foz, 5 - Praça com corpo hídrico, 6 - Praça com áreas institucionais, 8 - Lotes sem edificação

Tabela 9 - Síntese dos dispositivos de drenagem ecológica e verdejamento urbano. Fonte: Autoral, com adaptação das imagens da UACDC, 2010.

Dada a complementaridade dos dispositivos, estes se manifestam em mais de uma infraestrutura, tanto nos espaços públicos como privados, por serem integrantes de um sistema de regeneração do tecido urbano, neste caso, da área de influência direta e indireta do Córrego São Sebastião. As configurações sintetizadas no diagnóstico do recorte circunstanciado (Figura 114) recebem os dispositivos de drenagem ecológica e de Floresta Urbana, com o propósito de retomar os sistemas naturais no espaço urbano, de tal maneira que as infraestruturas propostas e os dispositivos implementados possam ser replicados sistemicamente na sub-bacia do Córrego São Sebastião — no município de Barretos, dada

a escassez de arborização urbana revelada por Barretos e a necessidade de drenagem ecológica detectada. O estudo pretende sua replicabilidade, também, como metodologia, em territórios análogos, conforme suas especificidades. As configurações espaciais do estudo de caso e seus respectivos dispositivos de drenagem ecológica e de Floresta Urbana propostos são (Tabela 9, acima):

1. Nascente do Córrego São Sebastião: captação da água pluvial (LID – 7), muro verde (LID – 12), teto verde (LID – 13), piso drenante (LID – 14), jardim de chuva (LID – 17), canteiro de chuva, faixas ribeirinhas (LID – 18), biovaleta (LID - 19), arborização urbana, floresta de bolso, vegetação rasteira, pomares e hortas e micro agroflorestas;
2. APP com predominância de áreas vegetadas: muro verde (LID – 12), piso drenante (LID – 14), jardim de chuva (LID – 17), canteiro de chuva, faixas ribeirinhas (LID – 18), biovaleta (LID - 19), arborização urbana, floresta de bolso, bosque, vegetação rasteira, pomares e hortas e micro agroflorestas;
3. APP com predominância de áreas edificadas: captação da água pluvial (LID – 7), muro verde (LID – 12), teto verde (LID – 13), piso drenante (LID – 14), faixas ribeirinhas (LID – 18), biovaleta (LID - 19), arborização urbana, vegetação rasteira e pomares e hortas.
4. Foz: muro verde (LID – 12), piso drenante (LID – 14), jardim de chuva (LID – 17), canteiro de chuva, faixas ribeirinhas (LID – 18), biovaleta (LID - 19), arborização urbana, floresta de bolso, bosque, vegetação rasteira, pomares e hortas e micro agroflorestas;
5. Praça com corpo hídrico: bacia de detenção (LID – 5), captação da água pluvial (LID – 7), muro verde (LID – 12), teto verde (LID – 13), piso drenante (LID – 14), jardim de chuva (LID – 17), canteiro de chuva, faixas ribeirinhas (LID – 18), biovaleta (LID - 19), arborização urbana, floresta de bolso, bosque, vegetação rasteira, pomares e hortas e micro agroflorestas;
6. Praças com áreas institucionais sem contato com o corpo hídrico e a APP: captação da água pluvial (LID – 7), muro verde (LID – 12), piso drenante (LID – 14), jardim de chuva (LID – 17), canteiro de chuva, biovaleta (LID - 19), arborização urbana, floresta de bolso, bosque, vegetação rasteira, pomares e hortas e micro agroflorestas;
7. Calçadões: piso drenante (LID – 14), canteiro de chuva, biovaleta (LID - 19), arborização urbana e vegetação rasteira;
8. Lotes sem edificações: captação da água pluvial (LID – 7), muro verde (LID – 12), teto verde (LID – 13), piso drenante (LID – 14), jardim de chuva (LID – 17), canteiro de

chuva, biovaleta (LID - 19), arborização urbana, floresta de bolso, bosque, vegetação rasteira, pomares e hortas e micro agroflorestas;

9. Vazios nos lotes edificadas: captação da água pluvial (LID – 7), muro verde (LID – 12), teto verde (LID – 13), piso drenante (LID – 14), arborização urbana, bosque, vegetação rasteira e pomares e hortas;

10. Estacionamentos: captação da água pluvial (LID – 7), muro verde (LID – 12), teto verde (LID – 13), piso drenante (LID – 14), jardim de chuva (LID – 17), canteiro de chuva, biovaleta (LID - 19), arborização urbana e vegetação rasteira.

A partir da delimitação do recorte circunstanciado — pautado pelo perímetro da sub-bacia do Córrego São Sebastião, pelo traçado da Área de Preservação Permanente (APP) e pela estrutura da malha urbana — configurado pelas áreas de influência direta e indireta do córrego — permitiu a constituição do diagnóstico realizado. O Córrego São Sebastião e sua envoltória, como corpo d'água capilar piloto, permitiu o estabelecimento de diretrizes e ensaios de aplicação de soluções, mediante as fragilidades e potencialidades detectadas no território pelo diagnóstico, fundamentadas em ferramentas passíveis de serem replicadas em situações análogas, nos córregos e rios urbanos de Barretos, ou de outras cidades — como proposição de uma metodologia replicável para a restauração e regeneração de sistemas verdes e azuis no espaço urbano.

Os espaços livres da cidade de Barretos estão distribuídos na malha urbana e categorizados entre áreas verdes e instituições. A articulação dos espaços livres, conforme proposta no recorte circunstanciado, possibilitou vislumbrar que as medidas adotadas podem extrapolar a delimitação do recorte circunstanciado e da sub-bacia do Córrego São Sebastião, para atingir um estatuto de processo sistêmico integrado. A articulação destes sistemas, a partir de estudos futuros, poderiam permitir que ruas e avenidas e os próprios cursos d'água — enquanto conexões — se apresentassem como vias verdes e linhas de força articuladores de espaços — polos e fragmentos — tais quais praças, praças e instituições, mediante a aplicação de infraestruturas de baixo impacto, relacionadas, principalmente, à arborização, verdejamento e drenagem ecológica (Figura 153).



Figura 153 - Imagem aérea assinalando polos e conexões visíveis na escala gráfica da imagem.

Fonte: Autoral, com base em Google Earth, 2024, Prefeitura de Barretos, s.d. e Barretos, 2006.

As vias verdes e os dispositivos se identificam com as conexões predicadas por Benedict e McMahon (2006), devido à continuidade dos processos ecológicos e por conectar todo o sistema (Figura 154). Os fragmentos estão retratados como a permeabilidade e implementação dos dispositivos nos espaços livres dos lotes e nos pequenos arranjos urbanos, como rotatórias e resquícios de quadra. Os polos são representados pelos ensaios nas praças e espaços livre em lotes de usos institucionais educacionais, culturais, de saúde e de lazer, destinados à promoção de desfrute, lazer, proteção da biodiversidade e educação e justiça ambiental cidadã. A renaturalização da nascente, do leito e da foz do Córrego São Sebastião se apresenta como polo e conexão, por este sistema proporcionar a continuidade do *habitat*, a conservação e proteção dos

processos ecológicos e preservação ambiental, podendo se estender aos parques e articular áreas mais distantes do eixo hídrico, mediante as conexões das vias verdes preconizadas. A dissolução das diretrizes nos espaços livres verdes públicos e privados externos ao recorte circunstanciado, propostas a partir dos fundamentos de polos, fragmentos e conexões, vislumbra a restauração dos sistemas naturais em toda sub-bacia do Córrego São Sebastião, na cidade de Barretos e ser passível de replicabilidade em territórios análogos.

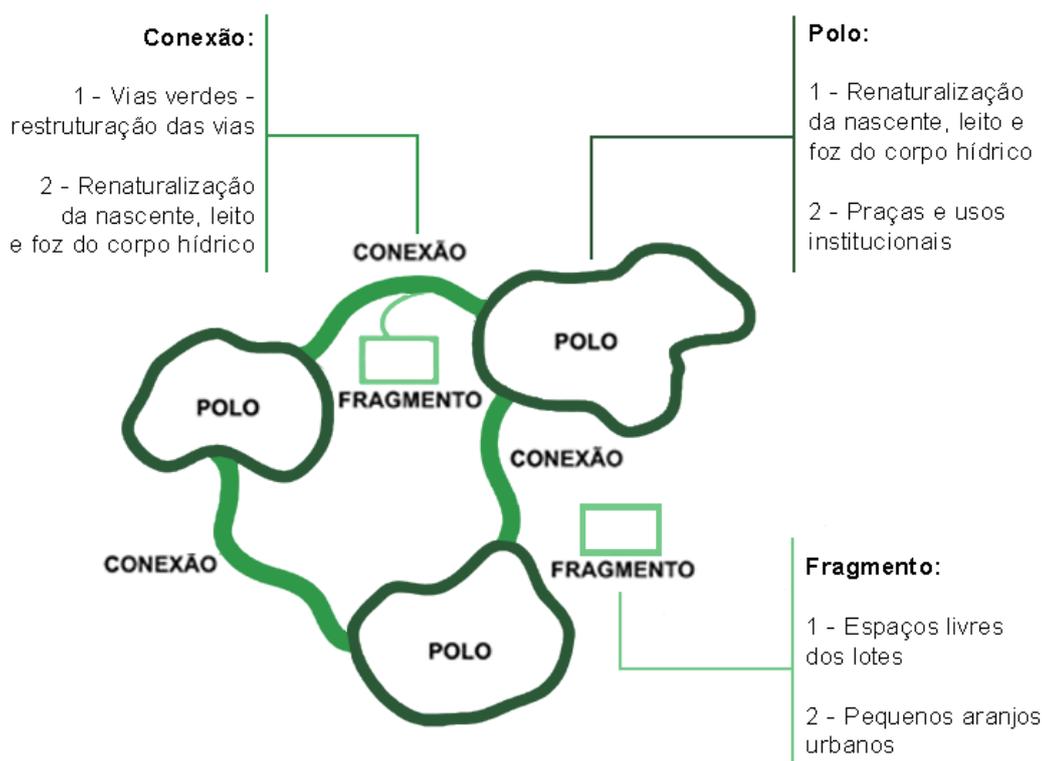


Figura 154 – Esquema de identificação dos espaços de caráter de polo, fragmento e conexão.

Fonte: Autoral, com base em Bonzi, 2017, p. 17.

O estudo de caso do Córrego São Sebastião possibilita vislumbrar cenários de retorno de características ecossistêmicas, da conservação da biodiversidade, sem desconsiderar e ruir o atual tecido urbano, devido à articulação sistêmica de espaços livres. Estes, categorizados como polos, fragmentos e conexões, constituem um sistema verde-azul, que opera de maneira multiescalar, a partir das infraestruturas propostas, sendo elas, a infraestrutura azul, infraestrutura verde, infraestrutura cinza e APP. Estas infraestruturas articuladas possibilitam a transformação da paisagem, planeada para reinserção dos sistemas naturais no meio urbano, para que esta possa recuperar a sua capacidade de se autoprojetar e retomar a continuidade de seus ciclos.

Considerações Finais

O processo de urbanização, como apresentado ao longo da dissertação, modificou o traçado dos corpos hídricos, reduziu a quantidade e a qualidade das águas e dificultou a conexão dos ecossistemas. Estas circunstâncias ocasionaram — a partir do estudo de caso do Córrego São Sebastião, afluente do Córrego do Aleixo — indagações relacionadas à situação atual dos sistemas naturais em relação ao espaço urbano, e a sistematização de uma metodologia de articulação de ferramentas de reconciliação da cidade com a natureza, no sentido de possíveis transformações na paisagem urbana, com a reinserção dos meios naturais, em busca de um território resiliente e biodiverso.

Em relação ao diagnóstico da situação atual do sistema hídrico estudado, a dissertação elaborou análises multiescalares e multisetoriais, para compreender o território em âmbito urbano regional, municipal e do recorte circunstanciado, conforme desenvolvido nos Capítulos 1 e 3. Na escala urbano regional, os principais temas elencados para transformações por meio de políticas públicas ativas e proposições ao território foram relacionados à qualidade e quantidade de água, biodiversidade, as dinâmicas socioeconômicas e a atividade agropecuária.

A qualidade e quantidade de água foi impactada pelas reduções dos sistemas hídricos, mediante atividades turísticas e econômicas. A biodiversidade se apresentou com a sua proteção fragilizada, devido aos índices críticos relacionados à quantidade de Unidades de Conservação e Áreas Protegidas e à fiscalização e gestão da biodiversidade, bem como à proteção da fauna e flora. As dinâmicas socioeconômicas realçaram a importância do desenvolvimento de pesquisas, com parcerias com ensinos técnicos e superiores, para transformações territoriais no âmbito do poder público. As atividades agropecuárias estabelecidas no município manipulam de forma excessiva os usos de agrotóxicos e dispõem de baixa diversificação da produção. Ainda que o estudo desta dissertação se insira no espaço urbano, as práticas agropecuárias impactam a qualidade da água, visto que estudos apresentados do Capítulo 1 evidenciam agrotóxicos no sistema hídrico, que são carregados em todo o traçado dos corpos d'água (Infosanbas, s.d.).

Na escala municipal, foram evidenciadas incoerências, principalmente no Plano Diretor (Barretos, 2006) municipal, que predica a salvaguarda dos sistemas naturais e da biodiversidade, mas que, paradoxalmente, permite a taxa ocupação máxima de 75% em zonas residenciais e mistas e taxa ocupação máxima de 90% em zonas comerciais, sendo

que ambas impactam diretamente no principal corpo hídrico da cidade, o Córrego do Aleixo e em seus três afluentes urbanos, sendo que dois destes foram tamponados para a construção de vias, edificações e áreas de lazer e esportes. O terceiro afluente, o Córrego São Sebastião, encontra-se parcialmente a céu aberto e com o tecido urbano contíguo ao beira-rio, que, por estas circunstâncias, foi o corpo hídrico elencado como um capilar exemplar, passível de ser analisado, a partir de um recorte circunstanciado, com vistas a abrigar ações de baixo impacto que transformasse, a paisagem local, com potencial de reverberação da relação da cidade com os sistemas naturais.

A partir do recorte circunstanciado do Córrego São Sebastião, constatou-se a ocupação indevida das Áreas de Proteção Permanente, embora facultada pelo estatuto legal, sendo que estas apresentam área edificada e impermeabilização do solo, facilitando a ocorrência de enchentes e inundações. Por sua vez, espaços livres verdes públicos remanescentes, no interior das quadras e às margens do córrego, possibilitaram vislumbrar a restauração de trechos de matas ciliares. Os espaços livres verdes, públicos e privados do recorte circunstanciado, se manifestaram como potencialidades para alcançar maior equilíbrio entre os espaços edificados consolidados e as áreas de filtração e infiltração de águas pluviais no solo, *in situ*, para reabastecimento do lençol freático, bem como para qualificar os escoamentos desaguados no Córrego São Sebastião.

Os espaços livres verdes do recorte circunstanciado foram classificados conforme análise de cheios de vazios, cujo processo conduziu à especificação de dez configurações, sendo: a nascente do Córrego São Sebastião; as APP com predominância de áreas vegetadas; as APP com predominância de áreas edificadas; a foz; praças com corpo hídrico; praças com áreas institucionais sem contato com o corpo hídrico e a APP; calçadões; lotes sem edificações; vazios nos lotes edificados; e estacionamentos. Estas configurações foram consequência da formação da malha urbana hipodâmica entremeada no beira-rio, que não considerou o traçado do córrego bem como a configuração da sub-bacia hidrográfica. Como fragilidade, apresentam a depreciação da nascente e da foz, a fragmentação do leito do córrego, a impermeabilidade do solo, a supressão da vegetação nativa e da mata ciliar e a extinção de *habitats*, ocasionando, ainda, maior facilidade erosão, menor quantidade e qualidade de água deste corpo hídrico e desastres socioambientais, como alagamentos, enchentes e inundações.

Independentemente da desvalorização de seus sistemas, o Córrego São Sebastião resiste com parte de seu leito a céu aberto e com alguma vegetação rasteira em suas margens. Esta dissertação considerou este córrego como catalizador da renaturalização

urbana, por ser um pequeno corpo hídrico, articulado com os espaços livres verdes, que se manifesta na paisagem e dispõe de áreas potenciais de requalificação e continuação dos ciclos hidrológico e ecossistêmico.

A requalificação proposta, ancorada na articulação multiescalar de polos, fragmentos e conexões, conforme Benedict; McMahon (2006), possibilitou constituir um sistema de espaços livres verdes, que, nos diagnósticos, se encontravam fragmentados, e ensaiar situações em diversas escalas, com ações de drenagem ecológica e arborização urbana, sendo estas uma das respostas, encontradas nesta dissertação, à indagação referente a ferramentas de reconciliação da cidade com os sistemas naturais.

Para responder a esta indagação, a pesquisa considerou necessário contemplar os conceitos e princípios de Soluções baseadas na Natureza (SbN), por abarcar ações multiescalares de preservação da vegetação nativa, do ciclo hidrológico e da promoção e conservação de *habitats* e do bem-estar humano; e análise da metodologia de um estudo de caso, que compreendesse dispositivos referentes a restauração hídrica, arborização urbana e drenagem ecológica. As Soluções baseadas na Natureza contemplam diversos temas e conceitos estratégicos relacionados à investigação e proposição de um território com equilíbrio entre o espaço construído, natural e restaurado, para continuidade dos ecossistemas. Dentre os temas, a dissertação convocou as Infraestruturas Verdes para estruturar as diretrizes e ensaios no estudo de caso, capazes de fomentar características ecossistêmicas e intensificarem as funções ecológicas e hidrológicas, por meio do planejamento de infraestruturas de arborização e de drenagem ecológica, para o verdejamento urbano.

Para o verdejamento urbano, o planejamento do plantio de espécies é fundamental, por permitir a redução de impactos da poluição atmosférica, melhora da qualidade do ar, diminuição das temperaturas extremas, estímulo e continuidade do *habitat* da fauna e flora, com incremento de saúde, bem-estar e qualidade de vida (São Paulo, 2024). Como dispositivos para potencializar o verdejamento dos espaços livres, foram elencados: a restauração de matas ciliares; a arborização urbana; as hortas, pomares e agroflorestas, que possibilitaram o cultivo de alimentos orgânicos na escala do lote e na urbana; e dispositivos de drenagem ecológica, como jardins de chuva, canteiros pluviais e biovaletas.

Os dispositivos de arborização urbana e de drenagem ecológica foram vinculados e associados, a todo momento da dissertação, pois compreende-se que são sistemas articulados para a concepção de espaços caminháveis, sombreados e de lazer, com

ferramentas aptas a serem implementadas de maneira sistêmica. O *Low Impact Development* (LID), como recurso de manejo de águas pluviais em processos de fundamento ecológico — baseado na filtração, infiltração e tratamento das águas — foi adotado mediante sua proposição de dispositivos de baixo impacto, distribuídos no território (UACDC, 2010), atuantes como um sistema verde, azul e cinza, por articular as infraestruturas convencionais com as biológicas.

Por estas ferramentas apresentarem soluções sistêmicas para a concepção de uma cidade resiliente, a dissertação investigou a metodologia do estudo de caso da sub-bacia hidrográfica Little Creek-Palarm, Conway, Arkansas. Esta metodologia predica a análise territorial multiescalar, diagnóstico e proposições sistêmicas, passíveis de serem replicadas em toda a sub-bacia, permitindo o verdejamento urbano e melhor manejo das águas pluviais.

A replicabilidade das ações predicadas pelas Soluções baseadas na Natureza, como o *Low Impact Development* e as ferramentas de verdejamento urbano, são suscetíveis à universalização, porém, o seu arranjo demanda diagnósticos, prognósticos e diretrizes particulares e específicas, relacionados a características, fragilidades e potencialidades do território. Com isso, o estudo de caso do Córrego São Sebastião considerou as características geomorfológicas, históricas e culturais, os tecidos urbanos, a ocupação do solo, as infraestruturas, os sistemas de espaços livres e o estatuto legal vigente, para orientar as diretrizes e ensaios espaciais de renaturalização das margens do córrego e requalificação dos espaços urbanos.

Os ensaios espaciais se apresentaram como indicativos à indagação da pesquisa, que se refere a transformações na paisagem urbana, com a estruturação de um pacto socioambiental de preservação dos ecossistemas. Para a articulação dos sistemas verdes, azuis e cinzas, as diretrizes propostas e a realização dos ensaios foram divididas em quatro infraestruturas, sendo estas as infraestruturas azuis, as infraestruturas verdes, as infraestruturas cinzas e Tratamento das Áreas de Preservação Permanente (APP). As azuis e verdes foram mais intensamente propostas no território; porém, as quatro infraestruturas se fundem, pois os dispositivos são interdependentes. A apresentação das ferramentas estabelecidas em cada infraestrutura, se deram considerando: a azul referente a nascente, o leito do rio, a foz e suas margens ciliares; a verde corresponde a arborização urbana e os dispositivos de drenagem ecológica; a cinza equivale aos dispositivos de adaptação das infraestruturas existentes como pavimentações permeáveis, ciclovias e cisternas; e a APP contemplando as diretrizes de ocupação dos lotes que estão nas

margens do corpo hídrico e sua repercussão no recorte circunstanciado e na sub-bacia do Córrego São Sebastião.

Os dispositivos destas infraestruturas foram distribuídos nos espaços livres verdes públicos e privados, possibilitando a articulação na escala do lote, na escala da rua e nos espaços públicos, sendo que estes representam, respectivamente, os fragmentos, conexões e polos conceituados por Benedict e McMahon (2006). Os fragmentos — representados pelos lotes residenciais, comerciais, de serviço e institucionais — propuseram, nos ensaios, a implementação de cisternas, telhados verdes, pisos permeáveis e áreas vegetadas, para que cada lote pudesse ser responsável pelo manejo e armazenamento das águas pluviais. As conexões apresentaram as vias como os elementos articuladores de todos o sistema e detentoras de dispositivos do paisagismo funcional, por meio da arborização urbana e da drenagem ecológica, como os jardins de chuva, canteiro pluviais e biovaletas. Os polos, retratados pelas praças e pela continuidade do leito e das margens do córrego, se deram mediante a aplicação de soluções de filtração de sedimentos, infiltração de água no lençol freático e tratamento das águas. A articulação destes dispositivos e ferramentas permitiu a elaboração de um sistema verde e azul, no sentido de preservar os corpos hídricos, salvaguardar a biodiversidade, com a fruição da paisagem.

O método de estruturação e o desenvolvimento dos argumentos da dissertação possibilitaram o alcance dos objetivos da pesquisa, visto que cada capítulo responde a um objetivo, os quais são complementares e interdependentes. Um dos objetivos principais da dissertação foi a investigação da situação atual do Córrego São Sebastião, a partir da leitura multisetorial e multiescalar, fundamentada no Capítulo 1 pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo e Relatório de Qualidade Ambiental e no Capítulo 3, mediante a análise intersetorial na escala municipal, que resultou em evidências da conjuntura de degradação ambiental, insegurança hídrica e urgência de renaturalização dos espaços urbanos, que estão cada vez mais propensos a ocorrências de desastres socioambientais. A pesquisa se concentrou em analisar Barretos e sua região próxima, mas os mapas dos cenários e indicadores do Estado de São Paulo, apresentados no Capítulo 1, com base no ZEE-SP (São Paulo, 2022i), evidenciam a necessidade eminente de modificação da paisagem urbana, em busca de qualificação socioambiental, resiliência e equilíbrio, em escala estadual.

O objetivo principal de estabelecimento das diretrizes de renaturalização e apropriação do Córrego São Sebastião e o objetivo complementar de conceber ensaios

especiais para a restauração e revitalização espacial e ambiental em sistemas de benefício mútuo humano e natural, se complementam. As diretrizes propostas — infraestrutura azul, infraestrutura verde, requalificação da infraestrutura cinza e tratamento das APP — apresentam soluções sistêmicas para a concepção de uma cidade resiliente e com qualidade ambiental, a partir de dispositivos de drenagem ecológica e verdejamento urbano. As proposições possibilitam o aumento do tratamento e da infiltração do volume de águas pluviais *in situ*, melhores condições climáticas pela arborização urbana, reconstituição e restauração de *habitats* da flora e fauna e concepção de espaços de fruição destinados às comunidades. Os ensaios abarcaram benefícios mútuos ao ecossistema, à biodiversidade e ao bem-estar humanos, de acordo com o princípio fundante das Soluções baseadas na Natureza, com proposições multiescalares, sendo estas na escala do lote, da quadra, das vias, dos espaços públicos e suas conexões.

As proposições evidentemente podem extrapolar o limite do recorte circunstanciado, mediante a metodologia predicada, e serem implementadas na sub-bacia do Córrego São Sebastião como um todo, permitindo a restauração dos sistemas naturais a montante, ou seja, nas cotas mais altas, possibilitando a infiltração, filtração e tratamento das águas pluviais em toda a sub-bacia, a renaturalização dos espaços e a qualificação do tecido urbano, visto a urgência de alteração da atual paisagem da cidade.

Entende-se que a metodologia adotada pelo estudo de caso — diagnóstico intersetorial, diretrizes e ensaios — portanto, possibilita replicar as infraestruturas que foram propostas ao longo do recorte, em toda a sub-bacia do Córrego São Sebastião e em territórios análogos, de acordo com suas especificidades, de modo a possibilitar a renaturalização das cidades como um pacto socioambiental, dado o manejo das águas pluviais, a segurança das bacias hidrográficas, o verdejamento urbano e respeito ao tecido urbano consolidado, onde os seres humanos possam conviver, e a biodiversidade seja preservada, ampliada e conservada.

A organização da Dissertação, também, se apresenta como um processo metodológico passível de ser desdobrado para diagnósticos e proposições em outros territórios, tendo, como fundamento, a análise e diagnóstico multiescalar e multisetorial; a pertinência de proposições alinhadas a Soluções baseadas na Natureza; considerar um afluente, que se estabeleça como um capilar hídrico exemplar para a renaturalização urbana, a partir da implementação de dispositivos de drenagem ecológica e verdejamento urbano — que pode abarcar suas áreas de interesse imediato e indireto até toda sub-bacia e extrapolar estes limites nas demais sub-bacias do tecido urbano. As soluções de

infraestruturas verdes e azuis, fundamentadas nas Soluções baseadas na Natureza, em que se insere o sistema de Low Impact Development e a arborização urbana são universais, porém suas disposições nos diferentes territórios podem ser singulares. A aplicação dos dispositivos deve considerar as características, necessidades, fragilidades e potencialidades específicas, que demandam diagnósticos multiescalares e intersetoriais, prognósticos e diretrizes específicas.

Para estudos futuros, as diretrizes e ensaios propostos, nesta dissertação para o Córrego São Sebastião, possibilitam visualizar que as vias, como linhas de força, extrapolem os limites da sub-bacia e atuem como elementos conectores dos espaços livres verdes do perímetro urbano. Este cenário se apresenta como uma possibilidade, conforme a metodologia configurada na pesquisa, pautada nas características específicas do território, em âmbito urbano regional e municipal. A continuidade da pesquisa possibilitaria a transformação da paisagem planeada por um sistema verde-azul, com a colaboração das instituições de ensino técnico e superior para pesquisas referentes as temáticas apresentadas; arborização urbana e manejo integrado das águas pluviais; plantio de alimentos orgânicos no espaço urbano e nas franjas do perímetro urbano; preservação dos sistemas hídricos; e conservação da biodiversidade e ecossistemas.

A dissertação buscou refletir sobre a construção de cidades por meio do planejamento de diretrizes que possam orientar a transformação da paisagem urbana, com a reinserção dos sistemas naturais, de maneira que a malha urbana se integre a este sistema com maior equilíbrio e que os seres humanos tenham maior contato e respeito aos ecossistemas, para que seja possível vislumbrar uma cidade resiliente e biodiversa.

ANAPTUPA. *Infraestrutura verde, Soluções baseadas na Natureza e paisagem*. YouTube, 27 de novembro de 2021. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=ja9orMljQq0&t=3s>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

ANGELO, C. 21 recados fundamentais do novo relatório do IPCC. ((O)) *Eco*, Notícias, 4 abr. 2022. Disponível em: <<https://oeco.org.br/noticias/21-recados-fundamentais-donovo-relatorio-do->

[ipcc/#:~:text=Para%20que%20a%20humanidade%20tenha,desde%202010%20elas%20cresceram%2012%25](https://oeco.org.br/noticias/21-recados-fundamentais-donovo-relatorio-do-ipcc/#:~:text=Para%20que%20a%20humanidade%20tenha,desde%202010%20elas%20cresceram%2012%25)>. Acesso em: 15 abr. 2023.

BARO, M. E. Z. *Regenerating cities: reviving places and planet (cities and nature)*. Cham, Switzerland: Springer, 2022,

BARRETOS. PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRETOS. CÂMARA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE BARRETOS. *Lei Complementar nº 73, de 10 de outubro de 2006*. Com alterações impostas pelas Leis Complementares: 94, de 28/11/2008; 130, de 18/06/2010; 162, de 18/11/2011; 181, de 17/05/ 2012; 185, de 05/12/2012; 230, de 16/06/2014; 233, de 21/08/2014; 315, de 20/12/2016 e 377, de 02/10/2018. [Institui o Plano Diretor do Município e dá outras providências]. Barretos, 10 de outubro de 2006. Disponível em:

<<http://consulta.camarabarretos.sp.gov.br/Documentos/Documento/277265>>. Acesso em 5 jun. 2024.

BARRETOS. PREFEITURA DE BARRETOS. SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO. CONSÓRCIO ENGECORPS. MALBERTECH. *Elaboração de Planos Municipais Específicos dos Serviços de Saneamento Básico para o Lote 3 – Municípios das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs 4/8/12/19: Produto 4 (P4) – Plano Municipal Específicos dos Serviços de Saneamento Básico*. Município: Barretos. UGRHI 12. Água / Esgoto / Drenagem Urbana. Barretos, jul. 2018. Disponível em:

<<http://saaeb.com.br/wpcontent/uploads/2021/04/Plano-de-Saneamento-Basico.pdf>>.

Acesso em: 26 mar. 2024.

BEGIATO, R. G.; CALIL, M. C. O.; CASTRO, P. R.; COCETTI, I. B.; DESENZI, P. C.; FERRARI, H.; GUADAGUINI, P. F.; JUSTO, K.; MAIA, D. P.; MICHELAZZO, B. C.; OLIVEIRA, C. B.; PEREIRA, A. M.; PROCÓPIO, V. H. P.; LUZ, RAMIRES, G. S.; RODRIGUES, P.; VROLIJK, M. K. 2017. *TFG Jardim Vera Cruz: Projeto Fundação*.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017. Orientação: Antonio Fabiano Junior e Vera Santana Luz.

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. *Green Infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington: Island Press, 2006.

BIGRENTZ. *Construction stormwater Best Management Practices (PMPs) to reduce runoff*. Bigrentz, 3 fev. 2022. Disponível em: <<https://www.bigrentz.com/blog/stormwater-bmp>>. Acesso em: 14 set. 2024.

BONZI, R. S. Paisagem como infraestrutura. In MOURA, N. B.; PELLEGRINO, P. (Orgs.) *Estratégias para uma infraestrutura verde*. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2017. p. 1-24.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 14 mar. 2024.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. *Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021*. Altera as Leis nºs 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm>. Acesso em: 11 nov. 2024.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. *Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 28 mar. 2024.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. *Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978*. Brasil, 5 de janeiro de 2007. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 4 jun. 2024.

BRASIL. *Lei 10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os art. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 29 set. 2022.

BROWNING, Glen. *Low Impact Development*: discussion paper. Health, Land & Water, 2021. Disponível em: <<https://waterbydesign.com.au/download/low-impact-design>>.

CAICHE, D. T.; PERES, R. B.; SCHENK, L. B. M. Floresta urbana, soluções baseadas na natureza e paisagem: planejamento e projeto na cidade de São Carlos (SP). *Revista LABVERDE*, v. 11, n. 1, p. 121-149, 2021. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/189316>>. Acesso em: 3 jan. 2024.

CALDAS, L. R. Enfrentando inundações urbanas: 7 soluções para cidades-esponja. *ArchDaily Brasil*, 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/940139/enfrentando-inundacoes-urbanas-7-solucoes-para-cidades-esponja>>. Acesso em 7 dez. 2024.

CALIL, M. C. O. *Projeto Navegar*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017. Orientação: Antonio Fabiano Junior. Disponível em: <https://issuu.com/mariaclaradeoliveiracalil/docs/projeto_navegarjan.2024>. Acesso em: 10 fev. 2025.

CÂMARA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE BARRETOS. PREFEITURA DE BARRETOS. *Lei Complementar N.º 73, anexo 6*. c2024. Disponível em:

<<http://consulta.camarabarretos.sp.gov.br/Documentos/Documento/277265>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

CARDIM. Cardim Arquitetura Paisagística. *Floresta de Bolso*, c2016. Disponível em: <<http://www.cardimpaisagismo.com.br/projetos/floresta-de-bolso/>>. Acesso em: 5 jan. 2024.

CARDIM, R. *Paisagismo sustentável para o Brasil*. Integrando natureza e humanidade no século XXI. São Paulo: Olhares, 2022.

CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, [s.d.], v. 1, n. 42, p. 140–161, 2020. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6953>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, v.1, n. 42, p. 140-161, jan.-jun. 2020. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/download/6953/5482/27056>>. Acesso em: 14 set. 2024.

CBH-PIRACICABA/MG. A Bacia. *CHB-Piracicaba MG*, nov. 2013. Disponível em: <<https://www.cbhpiracicabamg.org.br/rio-piracicabamg#:~:text=O%20Rio%20Piracicaba%20possui%20241,encontra%20com%20o%20Rio%20Doce>>. Acesso em: 04 de nov. 2023.

CICLOVIVO. 4 Formas de captar água da chuva e reaproveitar águas cinzas. *ArchDaily Brasil*, 2023. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/1001656/4-formas-de-captar-agua-da-chuva-e-reaproveitar-aguas-cinzas>>. Acesso em: 07 dez. 2024.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. (Eds.). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Suíça, IUCN, 2016. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2023.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. *Paisagem e Ambiente*, n. 25, p. 127-142, 2008.

Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>>. Acesso em: 13 out. 2023.

CYPRIANO, A.; LUZ, V. S. O pioneirismo de Ann Riley: paradigmas metodológicos para a restauração de córregos urbanos em processos participativos. *Anais... 16º ENEPEA - Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, Cuiabá, MT, , p. 1-12, 14-19 nov. 2022*. Disponível em: <<https://www.sisgeenco.com.br/anais/enepea/2022/trabalhos.html>>. Acesso em> 14 set. 2024.

CYPRIANO, A. O crescimento da cidade e a aniquilação dos rios – Estudo de caso Córrego Rapadura. Tese (Doutorado). 2024. 320 p. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas/SP. Disponível em: <<https://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/xmlui/handle/123456789/17274>>. Acesso em 19 set. 2024.

DESANTIS, N.; PANIAGUA, E.; ERVIN, J.; PNUD. PROGRAMA GLOBAL SOBRE NATUREZA PARA O DESENVOLVIMENTO. *Caminho para aumentar Soluções baseadas na Natureza nas Contribuições Determinadas em nível Nacional (NDCs): uma abordagem em sete etapas para melhorar as Contribuições Nacionalmente Determinadas através de Soluções baseadas na Natureza*. New York: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2019. Disponível em: <https://climatepromise.undp.org/sites/default/files/research_report_document/undp-ndcsp-NBS-in-NDCs-Pathway-Report-portuguese.pdf>. Acesso em: 18 maio 2024.

DUNNE, D.; GABTTISS, J.; MCSWEENEY, R. In-depth Q&A: The IPCC's special report on climate change and land. *CarbonBrief*, 2019. Disponível em: <<https://www.carbonbrief.org/in-depth-qa-the-ipccs-special-report-on-climate-change-and-land/>>. Acesso em: 18 maio 2024.

EC. EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE-GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION. *Towards an EU Research and Innovation policy for Nature-based Solutions & re-naturing cities. Final report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-based Solutions and re-naturing cities'* (full version). Luxemburgo: Publications Office of European Union, 2015. ISBN: 978-92-79-46050-0. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/479582>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ECOTELHADO. Muro verde natural e artificial: dicas e como funciona. c2024.

Disponível em: <<https://ecotelhado.com/blog/muro-verde-artificial-e-natural/>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

ECYCLE. Entenda o que é cisterna e quais são os benefícios. eCycle, 2023. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/cisterna/#:~:text=Uma%20cisterna%20%C3%A9%20um%20dep%C3%B3sito,e%20exige%20obras%20de%20engenharia.>> Acesso em: 07 dez. 2024.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Serviços ecossistêmicos*, [s.d.]. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/sobre-o-tema#:~:text=Estes%20incluem%20servi%C3%A7os%20de%20provis%C3%A3o,materiais%20\(MEA%2C%202005\)](https://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/sobre-o-tema#:~:text=Estes%20incluem%20servi%C3%A7os%20de%20provis%C3%A3o,materiais%20(MEA%2C%202005))>. Acesso em: 19 dez. 2023.

EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Stormwater management practices at EPA facilities*. EPA, 11 maio 2023. Disponível em: <<https://www.epa.gov/greeningepa/stormwater-management-practices-epa-facilities>>.

EPTV1. Trecho de avenida desmorona durante temporal em Barretos, SP. *G1 Ribeirão e Franca, EPTV*, 31 jan. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-pretofranca/noticia/2022/01/31/trecho-de-avenida-desmorona-durante-temporal-embarretos-sp.ghtml>>. Acesso em: 2 de set. de 2023.

FACCO, J.; OLIVEIRA JUNIOR, S. F.; CARASEK, F. L.; CANCELIER, J. W.; CONCEIÇÃO, L. R. V. Os rios e o urbano: rupturas ou continuidades nas cidades médias do Brasil - Chapecó (SC), Brasil. *Revista de Geografia*, v. 38, n. 2, p. 1–24, 2021.

Disponível em:

<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/243215>>.

Acesso em: 4 fev. 2025.

FRANCO, Fernando de Mello. *A construção do caminho: a estruturação da metrópole pela conformação técnica das várzeas e planícies fluviais da Bacia de São Paulo*. 2005. (Tese (Doutorado) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em:

<http://www.metropolefluvial.fau.usp.br/downloads/projetos/GMF_pesquisa-dr_franco.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2025.

GATTI, R. C. *A institucionalização de “Outras Medidas Efetivas de Conservação baseadas em Área nas políticas públicas ambientais brasileiras: princípios e desafios para a implementação*. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Políticas Ambientais) – Escola Nacional de Administração Pública. Brasília, 2020. Orientação: Luiz Felipe Salemi. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/5597/1/Renata%20Gatti.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

G1 RIBEIRÃO E FRANCA. Temporal causa alagamento e faz córrego transbordar no centro de Barretos, SP. *G1 Ribeirão e Franca, EPTV*, 4 nov. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/temporal-causa-alagamentos-efaz-corrego-transbordar-no-centro-de-barretos-sp.ghtml>>. Acesso em: 2 de set. de 2023.

G1 RIBEIRÃO PRETO E FRANCA. Após 6 meses, começam obras de reconstrução de ponte destruída em temporal em Barretos, SP. *G1 Ribeirão e Franca, EPTV*, 26 jul. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/07/26/apos-6-meses-comecam-obras-de-reconstrucao-de-pontedestruida-em-temporal-em-barretos-sp.ghtml>>. Acesso em: 2 de set. de 2023.

G1. RIBEIRÃO PRETO E FRANCA. Temporal danifica asfalto e causa estragos em diferentes pontos em Barretos, SP. *G1*, 2022b. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/07/26/apos-6-mesescomecam-obras-de-reconstrucao-de-ponte-destruida-em-temporal-em-barretossp.ghtml>>. Acesso em: 02 set. 2023.

G1. RIBEIRÃO PRETO E FRANCA. Prefeitura de Barretos, SP, decreta estado de calamidade pública após fortes chuvas. *G1*, 2022c. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/01/06/prefeitura-de-barretos-sp-decreta-estado-de-calamidade-publica-apos-fortes-chuvas.ghtml>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

G1. RIBEIRÃO PRETO E FRANCA. Trecho de avenida desmorona durante temporal em Barretos, SP. *G1*, 2022d. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2022/01/31/trecho-de-avenida-desmorona-durante-temporal-em-barretos-sp.ghtml>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

GAMEIRO, M. B. P.; MARTINS, R. C. Da mercantilização da natureza à criação de mercadorias verdes. *Revista Espaço de Diálogo e Desconexão (REED)*, Araraquara, v.8,

n.1 e 2., p. 1-28, 2014. Disponível em:

<<https://periodicos.fclar.unesp.br/redd/article/view/6915>>. Acesso em: 15 out. 2023.

GEOSSINTEC. Muro de gabião: o que é, para que serve e como fazer? *Geossintec*, 2023. Disponível em: <<https://www.geossintec.com.br/muro-de-gabiao-o-que-e-para-que-serve>>. Acesso em: 07 nov. 2024.

HERZOG, C. P.; ROZADO, C. A. *Diálogo Setorial EU-Brasil sobre soluções baseadas na natureza*. Contribuição para um roteiro de soluções baseadas na natureza para cidades resilientes. set. 2019. Luxemburgo: Serviços das Publicações da União Europeia, 2020. Disponível em: <<https://oppla.eu/sites/default/files/docs/Portuguese-EU-Brazil-NBS-dialogue-low.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2024.

HERZOG, C. P. *Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza*. Rio de Janeiro: Inverde, 2013.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. *Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana*. *Revista LABVERDE*, São Paulo, Brasil, n. 1, p. 92–115, 2010. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.v0i1p92-115. Disponível em: <<https://revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61281>>. Acesso em: 5 out. 2024.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Barretos. Panorama*. c2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/barretos/panorama>>. Acesso em: 05 ago. 2023.

INFOSANBAS. *Barretos - SP*. [s.d.]. Disponível em: <<https://infosanbas.org.br/municipio/barretos-sp/>>. Acesso em: 24 jul. 2024.

IUCN. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. WORLD CONSERVATION. CONGRESS. *Resolution 069. Defining Nature-based Solutions*. 10 set. 2016. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_EN.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

IUCN. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. IUCN *Global Standard for Nature-based Solutions: a user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. Gland, Suíça: IUCN, 2020. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

JORNAL DE BARRETOS. Do Brejo do Pimpão ao cartão postal de Barretos. *Jornal de Barretos*, Barretos, 9 fev. 2020. Disponível em:

<<https://jornaldebarretos.com.br/noticias/do-brejo-do-pimpao-ao-cartao-postal-de-barretos/>>. Acesso em: 10 fev. 2025.

JORNAL DE BARRETOS. Barretos entra na lista das 70 Estâncias Turísticas do Estado. *Jornal de Barretos*, Barretos, 5 dez. 2021. Disponível em:

<<https://jornaldebarretos.com.br/noticias/barretos-entra-na-lista-das-70-estancias-turisticas-do-estado/>>. Acesso em: 10 fev. 2025.

KAZ, R.; SALIM, L. Uma questão de sobrevivência. *Observatório do Clima*, 23 mar. 2023.

Disponível em: <<https://www.oc.eco.br/uma-questao-de-sobrevivencia/>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

KRENAK, A. *Futuro ancestral*. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

LACERDA, J. M. A. F. Gestão de Recursos Naturais (Grn) e Conflitos. *Revista Política Hoje*, 1ª Ed., v. 23, n. 1, p. 25-64, 2015. Disponível em:

<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/politica/hoje/article/view/3753>>. Acesso em 04 de nov. 2023.

LAVANINI, A. Praça Primavera terá ponto de wi-fi. *Diário Interativo*, 2023. Disponível

em: <<https://www.odiarionline.com.br/praca-da-primavera-tera-ponto-de-wi-fi-livre/>>. Acesso em: 03 out. 2024.

LEGLER, C.; STAMM, C. Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento: uma questão conceitual ou legal. *Informe Grepec*, Toledo, v.16, p. 60-75, 2012. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/342533786_Bacia_Hidrografica_Como_Unidade_De_Planejamento_Uma_Questao_Conceitual_Ou_Legal_1_River_Basin_As_Planing_Unit_From_A_Question_Conceptual_Or_Legal>. Acesso em: 7 jun. 2024.

LOURENÇO, D. B. *Qual o valor da natureza?* Uma introdução à ética ambiental. 1ª Ed. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

LUCIANI, M.; LUZ, V. S. Soluções baseadas na Natureza. In: TRANI, Eduardo; LUCIANI, Mirtes (Orgs.). *Instrumentos de planejamento, licenciamento e gestão ambiental: caderno de apoio para profissionais*. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2022/12/instrumentos->

[deplanejamento-licenciamento-e-gestao-ambiental-no-estado-de-sao-paulo-caderno-deapoio-para-profissionais/](#)>. Acesso em: 15 out. 2023.

LUZ, V. S. *Texto preparatório para o documento Bairro Paulista: Cidades Sustentáveis: caderno de tipologias urbanas modulares*. 2024. [no prelo].

MACEDO, S. S.; QUEIROGA, E. F.; CAMPOS, A. C. A.; CUSTÓDIO, V.; DEGREAS, H.; GONÇALVES, F. M. Os sistemas de espaços livres na constituição da forma urbana contemporânea no Brasil: produção e apropriação (QUAPÁ-SEL II). *Paisagem e Ambiente*, Ensaios, n. 10, p. 137-172, 2012. Disponível em: <<https://core.ac.uk/reader/268306560>>. Acesso em: 14 set. 2024.

MACEDO, S. S.; QUEIROGA, E. F.; CAMPOS, A. C. A.; GALENDER, F. *Os sistemas de espaços livres e a constituição da esfera pública contemporânea no Brasil*. São Paulo: EDUSP, 2018.

MARQUES, T. H. N. *Eixos multifuncionais, Infraestrutura Verde e Serviços Ecosistêmicos urbanos aplicados ao córrego Mandaqui, São Paulo, SP*. 2020. Tese (Doutorado) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-15122020-114148/pt-br.php>>. Acesso em: 14 set. 2020.

MARQUES, T. H. N.; FRANCO, M. de A. R. Soluções baseadas na Natureza para a resiliência urbana na América Latina. *Revista LABVERDE*, Editorial Dossier #2, v. 12, n. 1, p. 6-11, 2022. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/203555>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

MARQUES, T. H. N.; RIZZI, D.; FERRAZ, V.; HERZOG, C. P. Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru. *Revista LABVERDE*, Editorial Dossier #2, v. 11, n. 1, p. 12-49, 2021. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/189419>>. Acesso em: 20 dez. 2023.

MEDEIROS, K. A. *De onde cantam as cigarras: o Grêmio Literário e Recreativo como sala de visitas de Barretos – 1910/1945*. Barretos, São Paulo: Edição da Aurora, 2020.

MENDONÇA G. H. Rio Tietê. *Brasil Escola*, [s.d.]. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/rio->

[tiete.htm#:~:text=Nascente%3A%20Sales%C3%B3polis%20%E2%80%93%20SP.,Jac ar%C3%A9%2DPepira%20e%20rio%20Sorocaba>](#). Acesso em: 04 nov. 2023.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. *Revista Brasileira de Economia*. Vol. 74, n°4, p. 441-464, out.-dez. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbe/a/TPk46KwNrcCw5jGPY6Hhyfw/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em: 04 jun. 2024

MOURA, N. B. Biorretenção como alternativa para manejo das águas pluviais urbanas e mudanças climáticas na Grande São Paulo. In MOURA, N. B.; PELLEGRINO, P. (Orgs.) *Estratégias para uma infraestrutura verde*. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2017. p. 45-62.

MORSCH, M. R. S.; MASCARÓ, J. J.; PANDOLFO, A. sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde. *Ambiente Construído*, v. 17, n. 4, p. 305 - 321, 2017. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/64140>>. Acesso em: 10 dez. 2024

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Os objetivos do desenvolvimento sustentável no Brasil. *Nações Unidas Brasil*. c2024. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

NACTO. NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. *Urban Street Stormguide. Bioretention planter*. [s.d.a]. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/stormwater-elements/green-stormwater-elements/bioretention-planter/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

NACTO. NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. *Urban Street Stormguide. Biofiltration planter*. [s.d.b]. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/stormwater-elements/green-stormwater-elements/biofiltration-planter/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

NACTO. NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. *Urban Street Stormguide. Hybrid bioretention planter*. [s.d.c]. Disponível em: <<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/stormwater-elements/green-stormwater-elements/hybrid-bioretention-planter/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

NEVES, H. Novo Código Florestal – aspectos positivos e negativos. *JusBrasil*, 2018.

Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/artigos/novo-codigo-florestal-aspectospositivos-e-negativos/567496032>>. Acesso em: 28 mar. 2024.

NUNES, M. Com suas Florestas de Bolso, o botânico Ricardo Cardim quer “devolver” a Mata Atlântica a São Paulo. *Conexão Planeta*, 30 de março de 2016. Disponível em: <<http://www.cardimpaisagismo.com.br/wp-content/uploads/2017/02/conexao-planeta.jpg>>. Acesso em: 5 jan. 2024.

PELLEGRINO, P. R. M. Paisagem como infraestrutura ecológica: a floresta urbana. In: Moura, N. B.; PELLEGRINO, P. (Orgs.) *Estratégias para uma infraestrutura verde*. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2017. p. 63-77.

PAGGIARO, J. C.; MONI, J. L. B. *Mapa de microbacias potenciais. Barretos*. [s.d.].

PEREIRA, M. Barretos, uma cidade “submersa”: município decreta estado de calamidade pública após chuva. *Hora Campinas*, 2022. Disponível em: <<https://horacampinas.com.br/barretos-uma-cidade-submersa-em-poucas-horas/>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

PERES, R. B.; FIGUEIREDO, A. N.; IARED, V. G.; MUNHOZ, P. A.; OLIVEIRA, H. T. Qualificação de áreas verdes na cidade de São Carlos (S.P.): análise de usos e propostas de gestão ambiental com foco na microbacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, MG, v. 30, n. 1, p.158-182, jan.-abr. 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sn/a/Rkk67yvNvQrwz8c9Gp9dXMG/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 04 fev. 2025.

PERES, R. B; SCHENK, L. B. M. Planejamento da paisagem e mudanças climáticas: uma abordagem multidisciplinar em São Carlos (SP). *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 24, p. 1-24, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/KnmXFst5dHbJndthLTY4ZF/?lang=pt>>. Acesso em: 04 fev. 2025.

PESCATORI, C. *O paradigma da cidade compacta no debate urbanístico contemporâneo*. A: Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. "VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, jun. 2014". Barcelona: DUOT,

2014. Disponível em: <<https://upcommons.upc.edu/handle/2099/15978>>. Acesso em: 08 set. 2024.

PINHEIRO, M. B. *Plantas para infraestrutura verde e o papel da vegetação no tratamento das águas urbanas de São Paulo: identificação de critérios para seleção de espécies*. 2017. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-27062017-141958/pt-br.php>>. Acesso em: 07 nov. 2024.

PREFEITURA DE BARRETOS. *Cidade de Barretos – Bacias*. [s.d.].

PRIZIBISCZI, C. O Brasil no relatório do IPCC – o que podemos esperar do futuro no cenário de mudanças climáticas. ((O)) *Eco*, Reportagens, 7 mar. 2022. Disponível em: <<https://oeco.org.br/reportagens/o-brasil-no-relatorio-do-ipcc-o-que-podemos-esperardo-futuro-no-cenario-de-mudancas-climaticas/#:~:text=O%20aumento%20da%20temperatura%2C%20associado,da%20mortalidade%20cai%20para%202%25>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

QUEIROGA, E. F. Sistemas de espaços livres e esfera pública em metrópoles brasileiras. *Resgate: Revista Interdisciplinar de Cultura*, Campinas, SP, v. 19, n. 1, p. 25–35, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/resgate/article/view/8645703>>. Acesso em: 9 jun. 2024.

QUEIROZ, A. L. L. Florestas. In: TRANI, E.; LUCIANI, M. *Instrumentos de planejamento, licenciamento e gestão ambiental: caderno de apoio para profissionais*. São Paulo: CETESB, 2022, p. 45-61. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2022/12/instrumentos-deplanejamento-licenciamento-e-gestao-ambiental-no-estado-de-sao-paulo-caderno-deapoio-para-profissionais/>>. Acesso em: 20 maio 2023.

QUEIROZ, A. L. L. Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo. In: TRANI, E.; LUCIANI, M. *Instrumentos de planejamento, licenciamento e gestão ambiental: caderno de apoio para profissionais*. São Paulo: CETESB, 2022, p. 341-368. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2022/12/instrumentos-deplanejamento-licenciamento-e-gestao-ambiental-no-estado-de-sao-paulo-caderno-deapoio-para-profissionais/>>. Acesso em: 20 maio 2023.

RILEY, A. L. *Restoring streams in cities: a guide for planners, policymakers, and citizens*. Washington, D.C.: Island Press, 1998.

RILEY, A. L. *Restoring neighborhood streams*. Washington, D.C.: Island Press, 2016.

SANTOS, M. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4ª. Ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SANTOS, Milton. *Técnica espaço tempo: globalização e meio técnico-científico informacional*. São Paulo: Edusp, 2007.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETÁRIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. *Meio ambiente paulista. Relatório de Qualidade Ambiental 2021*. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 1ª. Ed. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2021. Disponível em:

<<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/2022/03/relatorio-de-qualidade-ambiental-2021/>>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SÃO PAULO [Estado]. *Lei n° 7.663, de 30 de dezembro de 1991*. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo, Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1991. Disponível em:

<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>>.

Acesso em: 14 out. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. *Lei n° 9.509, de 20 de março de 1997*. Dispõe sobre a Política estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. São Paulo, Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1997. Disponível em:

<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9509-20.03.1997.html>>.

Acesso em: 14 out. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. *Lei n° 12.526, de 02 de janeiro de 2007*. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. São Paulo, Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2007. Disponível em:

<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12526-02.01.2007.html>>.

Acesso em: 04 de fevereiro de 2025.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo – ZEE: entender para participar*. São Paulo, SIMA,

2018. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/portalezee/2019/05/cartilha_mio_lo_rev2019.pdf>.

Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo – ZEE*: resumo executivo. São Paulo, SIMA, dez. 2022a. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/portalezee/sites/83/2023/01/1_resumo_executivo_zee_sp_final.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo – ZEE*: nota técnica sobre a análise integrada do Estado de São Paulo. São Paulo, SIMA, ago. 2022b. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2022/08/c6_nota_tecnica_analise_integrada_consema.pdf>. Acesso em: 14 out. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo – ZEE*: nota técnica sobre os cenários para o Estado de São Paulo – Horizonte 2040. São Paulo, SIMA, ago. 2022c. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2022/08/c4_nota_tecnica_cenarios_consema.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo – ZEE*: nota técnica sobre as projeções climáticas para o Estado de São Paulo - horizonte 2040. São Paulo, SIMA, ago. 2022d. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2022/08/c4_nota_tecnica_cenarios_consema.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo – ZEE*: nota técnica sobre as cartas síntese para o Estado São Paulo. São Paulo, SIMA, ago. 2022e. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2022/08/c2_nota_tecnica_cartas_sintese_consema.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo – ZEE*: levantamento socioeconômico para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. São Paulo, SIMA, 2022f.

Disponível

em:<https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2022/08/c3_zee_relatorio_tecnico_d4_consema.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo – ZEE: zoneamento e diretrizes aplicáveis para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo – ZEE-SP*. São Paulo, SIMA, 2022g. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/portalzee/sites/83/2023/01/2_zoneamento_diretrizes_aplicaveis.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE.COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL. *Meio ambiente paulista: Relatório de Qualidade Ambiental 2022*. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2022h. Disponível em:

<<https://smastr16.blob.core.windows.net/publicacoes/sites/39/2023/02/rqa-2022-1.pdf>>.

Acesso em: 24 maio. 2022.

SÃO PAULO [Estado]. *Decreto n° 67.430, de 30 de dezembro de 2022*. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo – ZEE que tratam a Lei n°13.798, de 9 de novembro de 2009, e o Decreto n°66.002, de 10 de setembro de 2021, e dá providências correlatas. São Paulo, Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2022. São Paulo, 2022i. Disponível em:

<<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2022/decreto-67430-30.12.2022.html>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. *Rede ZEE. Rede de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo*. [s.d.a]. Disponível em:

<<https://redezee.datageo.ambiente.sp.gov.br/geonetworkzee/srv/por/catalog.search#/home>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. *Rede ZEE. Rede de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Diretriz 1 - Resiliência Mudanças Climáticas*. [s.d.b]. Disponível em:

<<https://redezee.datageo.ambiente.sp.gov.br/zee/#/viewer/openlayers/6041>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. *Rede ZEE. Rede de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Diretriz 2 – Segurança Hídrica*. [s.d.c]. Disponível em:

<<https://redezee.datageo.ambiente.sp.gov.br/zee/#/viewer/openlayers/6046>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. *Rede ZEE. Rede de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Diretriz 3 – Salvaguarda da Biodiversidade*. [s.d.d]. Disponível em: <<https://redezee.datageo.ambiente.sp.gov.br/zee/#/viewer/openlayers/6051>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. *Rede ZEE. Rede de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo. Diretriz 5 – Redução das Desigualdades Regionais*. [s.d.e]. Disponível em: <<https://redezee.datageo.ambiente.sp.gov.br/zee/#/viewer/openlayers/6056>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

SÃO PAULO [Estado]. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO – SDHU. *Bairro Paulista: cidades sustentáveis. Caderno de tipologias urbanas modulares*. São Paulo: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação – SDHU, 2024. Disponível em: <<https://admin.cms.sp.gov.br/dx/api/dam/v1/collections/0d834cce-4e3c-4286-9a38-43abd5b010f6/items/3601581a-445b-431e-a001-3b90ffeb133a/renditions/c68cf3c8-e794-4f26-bee5-7a5205e6f2bd?binary=true>>. Acesso em: 08 dez. 2024.

SBPR SÃO PAULO-BRASIL. Região Administrativa de Barretos. *SBPR São Paulo Brasil*, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.spbr.com.br/faq/regiao-administrativa-debarretos/>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

SCHENK, L. B. M. *Arquitetura da paisagem entre o Píntoresco, Olmstead e o Moderno*. 2008. Tese (Doutorado) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-08102008-170940/publico/teseLucianaBMSchenk.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2024.

SILVA, M. S. L.; MATTHIENSEN, A.; BRITO, L. T.; LIMA, J. E. F. W.; CARVALHO, C. J. R. (Eds.). *Água e saneamento: contribuições da Embrapa*. Brasília, DF: Embrapa, 2018. cap. 5. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187894/1/ODS-6-agua-e-saneamento-cap-5.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

SILVA, T. B. *Urbanismo sustentável e o paradigma da resiliência. Aplicações em planejamento e projeto: estudo de caso nas intervenções urbanas de Línea K em Medellín, sistema teleférico do Complexo do Alemão e Parque Sitiê no Vidigal*. 2017. Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-22062017-164655/pt-br.php>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

SOUZA, S. D. G.; SOUZA, A. C. N.; SOUZA, M. L. M. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: do debate conceitual à realidade brasileira nas leis ambientais. *Revista Casa de Geografia de Sobral*, Sobral, CE, v. 24, p. 551-566, dez. 2022. Disponível em: <<https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/889/643>>. Acesso em: 14 set. 2024.

SOUZA, R. V. S. Os afluentes e nascentes do Jacaré-Pepira. *Instituto Astral*, c2024. Disponível em: <<https://institutoastral.com.br/os-afluentes-e-nascentes-do-jacarepepira/>>. Acesso em: 4 de nov. 2023.

SPBR SÃO PAULO-BRASIL. *Região Administrativa de Barretos*. Disponível em: <https://www.spbr.com.br/faq/regiao-administrativa-de-barretos/> Acesso em 14 de out. 2023.

SRB. SOCIEDADE RURAL BRASILEIRA. Proibição de caça como manejo de javalis impõe prejuízo econômico e ambiental, avalia SRB, c2024. Disponível em: <<https://www.srb.org.br/proibicao-de-caca-como-manejo-de-javalis-impo-prejuizo-economico-e-ambiental-lia-srb/>>. Acesso em: 14 de out. 2023.

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES EVALUATION PROGRAM. *Bioswales*. c2022. Disponível em: <<https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Bioswales>>. Acesso em: 14 set. 2024.

SVAMPA, M. *As fronteiras do neoextrativismo na América Latina: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências*. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

TARDIN, R. *Espaços livres: sistema e projeto territorial*. Rio de Janeiro: Editora 7Letras, 2008.

TORRES, A. C. R. *Teorias da ação*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014.

UACDC. UNIVERSITY OF ARKANSAS COMMUNITY DESIGN CENTER. *Low Impact Development: a design manual for urban areas*. Fayetteville, Arkansas: UACDC, 2010. Disponível em: <<https://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-designmanual-for-urban-areas>>. Acesso em: 28 out. 2023.

UACDC. UNIVERSITY OF ARKANSAS COMMUNITY DESIGN CENTER. *Low Impact Development: a design manual for urban areas*. University of Arkansas, s.d. Disponível em: <<https://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>>. Acesso em: 30 out. 2023.

UACDC. UNIVERSITY OF ARKANSAS COMMUNITY DESIGN CENTER. *Conway urban watershed framework plan: a reconciliation landscape for Little Creek-Palarm Creek sub-watershed*. University of Arkansas Community Design Center, 2016. Disponível em: <<http://uacdc.uark.edu/work/conway-urban-watershed-frameworkplan>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

UKRI. UNITED KINDOM RESEARCH AND INOVATION. BGS. BRITISH GEOLOGICAL SURVEY. *Sustainable drainage systems*. UKRI, c2023. Disponível em: <<https://www.bgs.ac.uk/geology-projects/suds/>>.

UNITED NATIONS. DEVELOPMENTO OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIR. *Sustainable Development. Guide to Sustainable Urban Drainage Techniques*. #SEGAAction42867; Disponível em: <<https://sdgs.un.org/partnerships/guide-sustainable-urban-drainage-techniques>>. Acesso em: 14 out. 2024.

UOL. SP: Barretos decreta calamidade após temporal, idosa está desaparecida. *Uol*, Cotidiano, 7 jan. 2022. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimasnoticias/agencia-estado/2022/01/07/barretos-decreta-calamidade-apos-temporal-comuma-pessoa-desaparecida.htm>>. Acesso em: 2 set. 2023.

VILLAS-BOAS, M. D.; SANTOS, F. J.; SILVA, J. G. P.; HENRIQUES, M. P.; RIBEIRO, M. J.; KENUP, R. E.; MEDEIROS, A. D.; AZEVEDO, J. P. S.; OLIVERA, F. *Comparação da vazão Q95% obtida através do estudo de regionalização de vazões e de modelagem hidrológica com uso do modelo SWAT para estações da bacia representativa do rio Piabanha*. Anais... III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia Rio Paraíba do Sul, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22225>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

VIVAS, D. Entendendo os terraços andinos: infraestrutura natural e paisagem. *Archdaily Brasil*, 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/988409/entendendo-os-terraços-andinos-infraestrutura-natural-e-paisagem>>. Acesso em: 07 dez. 2024.

WATANUKI FILHO, A. *Desconstrução mínima e renaturalização*: estudo de caso Córrego do Aleixo, Barretos-SP. 2012. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4323/4289.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 set. 2023.

WATER BY DESIGN. What is Water Sensitive Urban Design (WSUD)? *Health Land & Water*, c2020. Disponível em: <<https://waterbydesign.com.au/wsud>>.

WWAP, PROGRAMA MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS/ ONU-AGUA. *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: Soluciones basadas en la Naturaleza para la gestión del agua*. Paris: UNESCO, 2018. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>>. Acesso em: 18 maio 2024.

YU, K. *The art of survival: recovering landscape architecture*. Chadstone: Images Publishi, 2006. Disponível em: <https://www.asla.org/uploadedFiles/CMS/Business_Quarterly/ta%20Art%20of%20Survival.pdf>. Acesso em 20 nov. 2024.

ZEVENBERGEN, C.; FU, D.; PATHIRANA, A. (Eds.). *Sponge cities: emerging approaches, challenges and opportunities*. Basel, Switzerland: Mdpi AG, 2018.