

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA

PATRÍCIA DE LIMA NISHI

Piscinão para quê?
O intra-lote e a infraestrutura verde como estratégia
de mitigação dos impactos ambientais urbanos

Versão Corrigida

São Paulo
2024

PATRÍCIA DE LIMA NISHI

**Piscinão para quê?
O intra-lote e a infraestrutura verde como estratégia de
mitigação dos impactos ambientais urbanos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado.

Versão Corrigida

São Paulo

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

N722p Nishi, Patrícia de Lima
Piscinão para que? O intra-lote e a infraestrutura verde como estratégia de mitigação dos impactos ambientais urbanos / Patrícia de Lima Nishi; orientador Reinaldo Paul Perez Machado - São Paulo, 2023.
134 f.

Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Humana.

1. permeabilidade do solo. 2. piscinão. 3. infraestrutura verde. 4. infiltração na fonte. I. Machado, Reinaldo Paul Perez, orient. II. Título.

NISHI, Patrícia de Lima. **Piscinão para quê? O intra-lote e a infraestrutura verde como estratégia de mitigação aos impactos ambientais urbanos**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Aprovada em 11/12/2023

Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Renato Mesquita Pellegrino

Instituição: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Ricardo Mendes Antas Junior

Instituição: Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas
Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Aderson Sartori

Instituição: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Julgamento: Aprovada

Dedico este trabalho aos meus amores Alexandre e minhas meninas Danielle, Bruna e Fernanda, por todo amor, apoio e estímulo, e por um futuro mais solidário ambientalmente e socialmente.

“Entre todos os empreendimentos humanos, e diante da consciência ecológica que domina e aproxima a humanidade, o desenho da cidade é o que expressa de modo efetivo e também simbólico, como nenhum outro, a capacidade do homem para formalizar e imprimir uma outra configuração à natureza enquanto lugar, onde representa a sua presença desejada no universo.”

Alexandre Delijaicov

(1999)

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, por meio da concessão de bolsa de estudo de Mestrado – GM / Projeto 830606/1999-8, nº de processo 130551/2020-1.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar os meus sinceros agradecimentos à banca examinadora que me aprovou e acreditou em meu projeto de pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado, que me acolheu e tornou possível o desenvolvimento deste trabalho. Aos meus colegas graduandos e pós-graduandos, pelos questionamentos e incentivo durante nossas reuniões de orientação.

Aos professores membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Paulo Renato Mesquita Pellegrino e Prof. Dr. Ricardo Mendes Antas Junior, pelos pertinentes apontamentos que enriqueceram este estudo.

Ao Prof. Dr. Fernando Antônio Medeiros Marinho (IGC-USP), pelo tempo disponibilizado em tirar minhas dúvidas.

Aos meus professores da graduação: Prof. Dr. Eduardo Alberto Cuscé Nobre (FAU-USP), pelas indicações bibliográficas, e Profa. Dra. Luciana Bongiovanni Martins Schenk (IAU-USP), pela leitura inicial de meu projeto de pesquisa e incentivo.

A Antônio Carlos Heitzmann, técnico do Laboratório de Mecânica dos Solos da Escola Politécnica (USP), por sua paciência e auxílio.

Ao Prof. Zigomar Menezes de Souza e ao laboratorista Antônio Javarez Júnior da UNICAMP, pelo empréstimo e instruções para o uso do permeâmetro de Guelph, que tornaram possível a realização dos ensaios de campo.

Ao Eng. PhD Aluísio Pardo Canholi, pelas conversas esclarecedoras.

Ao Eng. PhD Carlos Eduardo Tucci, pelas perspectivas realistas.

Ao Eng. PhD Aderson Sartori, pela generosidade e ajuda inestimável, que realmente aprimoraram minha pesquisa.

Ao amigo e companheiro de jornada acadêmica, Ciro Cesar de Oliveira Vidotte, pelas leituras, pela paciência, pelas críticas e companheirismo ao longo de todo o nosso percurso.

E por fim, peço perdão a todos aqueles que certamente me ajudaram nesse processo, mas que minha memória não permite nominar.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo promover uma discussão sobre o uso das áreas permeáveis em potencial do solo intra-lote, aliado ao uso da infraestrutura verde, em contraposição ao uso recorrente de reservatórios de retenção, popularmente conhecidos como “piscinões”, relacionando-os à sustentabilidade e resiliência urbana. Os impactos na drenagem urbana no município de São Paulo, gerados por ações antrópicas sobre o meio e decorrentes da produção capitalista do espaço urbano – como a retificação de rios para geração de energia, assim como, incorporando as várzeas dos rios à metrópole como espaços voltados à circulação –, resultaram em um aumento imediato das inundações a jusante. À medida que a precipitação ocorre e a água não é infiltrada, ela escoar rapidamente pelos condutos, mediante a utilização de infraestruturas convencionais. Isso empobrece a drenagem natural, por meio de canalizações, retificações e tamponamentos dos cursos d’água, impermeabilização excessiva dos espaços livres, alta densidade de construções, baixos índices de cobertura vegetal e permeabilidade do solo, além da falta da efetivação das políticas públicas relacionadas às questões ecológicas, presentes no cotidiano dos grandes centros urbanos. Esses fatores produzem inúmeros impactos sobre o ecossistema, afetando fauna, flora, relevo, clima, hidrografia e qualidade do ar e da água. Mais do que questionar os motivos que levam à implementação de reservatórios de retenção como a única medida de controle de cheias, este estudo buscou promover uma reflexão mais ampla e holística sobre o ambiente em que vivemos. Isso se deve ao fato de que a construção de “piscinões” representa uma solução paliativa, uma resposta posterior à urbanização desordenada que, por sua própria natureza, contribuiu para a excessiva impermeabilização do solo e a ocupação de áreas de várzea. Além disso, esse tipo de intervenção implica em custos significativos de implantação e manutenção.

Palavras-Chave: Permeabilidade do Solo. Piscinão. Infraestrutura Verde. Infiltração na fonte.

ABSTRACT

The present research aimed to foster a discussion regarding the utilization of potentially permeable intra-lot soil areas, coupled with green infrastructure, as an alternative to the recurrent utilization of detention reservoirs, popularly known as "piscinões" (large reservoirs), associating them with sustainability and urban resilience. The impacts on urban drainage in the municipality of São Paulo, stemming from anthropic actions on the environment and resulting from capitalist production of urban space – such as river straightening for energy generation and the incorporation of river floodplains into the metropolis as circulation spaces – have led to an immediate surge in downstream flooding. As precipitation takes place and the water fails to infiltrate, it rapidly flows through conventional infrastructural conduits. This results in the degradation of natural drainage through canalization, river straightening, and watercourse blockage, excessive waterproofing of open spaces, high building density, low levels of vegetation cover and soil permeability, as well as the absence of effective implementation of public policies related to ecological matters, all of which are present in the daily lives of large urban centers. These factors generate numerous impacts on the ecosystem, affecting fauna, flora, topography, climate, hydrography, and air and water quality. Beyond questioning the reasons behind the implementation of detention reservoirs as the sole flood control measure, this study aimed to encourage a broader and more holistic reflection on the environment in which we live. This is due to the fact that the construction of "piscinões" represents a palliative solution, a subsequent response to disorderly urbanization that, by its very nature, has contributed to excessive soil sealing and the occupation of floodplain areas. Furthermore, this type of intervention entails significant implementation and maintenance costs.

Keywords: Soil permeability. Detention reservoir. Green Infrastructure. Source infiltration.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo fomentar una discusión sobre la utilización de las áreas potencialmente permeables dentro de los lotes, en combinación con la infraestructura verde, en contraposición al uso recurrente de los embalses de detención, conocidos popularmente como "piscinões" (grandes embalses), relacionándolos con la sostenibilidad y la resiliencia urbana. Los impactos en el drenaje urbano en el municipio de São Paulo, generados por acciones antrópicas en el entorno y como resultado de la producción capitalista del espacio urbano, como la rectificación de los ríos para la generación de energía y la incorporación de las llanuras de inundación de los ríos en la metrópolis como espacios de circulación, han llevado a un aumento inmediato de las inundaciones aguas abajo. Cuando ocurre la precipitación y el agua no se infiltra, fluye rápidamente a través de conductos de infraestructura convencional. Esto resulta en la degradación del drenaje natural a través de la canalización, rectificación y bloqueo de cursos de agua, impermeabilización excesiva de espacios abiertos, alta densidad de construcciones, baja cobertura vegetal y permeabilidad del suelo, además de la falta de implementación efectiva de políticas públicas relacionadas con cuestiones ecológicas, todos estos factores presentes en la vida diaria de los grandes centros urbanos. Estos factores generan numerosos impactos en el ecosistema, afectando la fauna, flora, topografía, clima, hidrografía y la calidad del aire y del agua. Más allá de cuestionar las razones detrás de la implementación de embalses de detención como la única medida de control de inundaciones, este estudio tuvo como objetivo fomentar una reflexión más amplia y holística sobre el entorno en el que vivimos. Esto se debe al hecho de que la construcción de "piscinões" representa una solución paliativa, una respuesta posterior a la urbanización desordenada que, por su propia naturaleza, ha contribuido a la excesiva impermeabilización del suelo y a la ocupación de áreas de llanura de inundación. Además, este tipo de intervención conlleva costos significativos de implementación y mantenimiento.

Palabras clave: Permeabilidad del suelo. Embalse de detención. Infraestructura verde. Infiltración en el suelo.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENESP	Centro Empresarial São Paulo
CEPAC	Certificados de Potencial Adicional de Construção
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CN	<i>curve number</i> (número de deflúvio)
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DER	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMURB	Empresa Municipal de Urbanização de São Paulo
FAU-USP	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo
FCTH	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LMS	Laboratório de Mecânica dos Solos
LPUOS	Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo
OU	Operações Urbanas
OUC	Operações Urbanas Consorciadas
OUCAE	Operação Urbana Consorciada Água Espreada
OUCFL	Operação Urbana Consorciada Faria Lima
PDMAT	Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê
PEF	Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica da Escola Politécnica - Universidade de São Paulo
PMSP	Prefeitura do Município de São Paulo
QA	Qualificação Ambiental
SCS	<i>Soil Conservation Service</i>
SIURB	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras
SP-Urbanismo	São Paulo Urbanismo
SQ	Setor e Quadra
SQL	Setores, Quadras e Lotes
USDA	United States Department of Agriculture
WTCSP	World Trade Center de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Projeto realizado por Francisco Saturnino de Brito para o Rio Tietê.	22
Figura 2. Rio Pinheiros, 1930.	24
Figura 3: Plano de Avenidas, Prestes Maia e Anhaia Melo – 1930.	25
Figura 4: Região Metropolitana de São Paulo: Expansão da Mancha Urbanizada (1881-2001)	28
Figura 5: Representação da mancha urbana correspondente à Região Metropolitana de São Paulo (2010)	29
Figura 6: Mapa do índice de área foliar da cidade de São Paulo	33
Figura 7: Mapa de temperatura da superfície da cidade de São Paulo	33
Figura 8: Favela na Av. Água Espraiada, atual Av. Jornalista Roberto Marinho (c. 2000).	36
Figura 9: Mapa Digital da cidade de São Paulo – região da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada (31/07/2023).	41
Figura 10: Percurso do Córrego Água Espraiada, São Paulo.....	44
Figura 11: Perfil longitudinal dos córregos Jabaquara e Água Espraiada.	45
Figura 12: Mapa Hipsométrico – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada	46
Figura 13: Diagnóstico das inundações – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada.....	46
Figura 14: <i>Curve Number</i> (Deflúvio) – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada.....	47
Figura 15: Mapa de impermeabilização do solo – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada	48
Figura 16: Impermeabilização máxima permitida – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada.....	49
Figura 17: Uso e ocupação do solo – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada.....	49
Figura 18: Áreas verdes e espaços abertos – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada.....	51
Figura 19: Ações estruturais situadas nos córregos Jabaquara e Água Espraiada.....	52
Figura 20: Localização das restrições de seção do Parque Linear	53
Figura 21: Localização das restrições de seção do Parque Linear	53
Figura 22: No triângulo em laranja, a localização do Reservatório proposto.	54
Figura 23: Localização do Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espraiada.	54
Figura 24: Perspectiva do Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espraiada.....	55
Figura 25: Piscinão Jabaquara – Limpeza antes do fechamento pela Linha 17 – Ouro do Metrô..	58
Figura 26: Construção do pátio de manobras do monotrilha da Linha 17 – Ouro do Metrô (2019)	60
Figura 27: Exemplo de uma folha cartográfica mostrando as Quadras dos Setores – SQL.....	61
Figura 28: Setores que fazem parte da Bacia do Córrego Água Espraiada	62
Figura 29: Pontos selecionados para os ensaios em campo.	64
Figura 30: Amostras de solo coletadas para os ensaios granulométricos;.....	66
Figura 31: Peneiramento grosso.....	67
Figura 32: Sedimentação	69
Figura 33: Cálculo da condutividade hidráulica: Praça Arlindo Rossi (<i>Guelph Permeameter Calculations</i>).....	77

Figura 34: Cálculo da condutividade hidráulica: Praça Friedrich Naumann (<i>Guelph Permeameter Calculations</i>).....	77
Figura 35: Cálculo da condutividade hidráulica: Praça Hachiro Miyazaki (<i>Guelph Permeameter Calculations</i>).....	78
Figura 36: Mapa interativo da rede observacional para monitoramento de risco de desastres naturais	79
Figura 37: Protótipo de sarjeta permeável no estacionamento da ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. Foto: ABCP (2020).	84
Figura 38: Sarjeta permeável (Silva, 2010)	84
Figura 39: Cobertura vegetal no ponto 01 (Praça Arlindo Rossi)	84
Figura 40: Cobertura vegetal no ponto 08 (Praça Hachiro Miyazaki).....	84
Figura 41: Superfícies não vegetadas – Município de São Paulo.....	86
Figura 42: Impactos da urbanização em uma bacia hidrográfica. Comparativo do escoamento da água (condição rural x condição urbana)	89
Figura 43: Possibilidades de aplicação em edificações.....	93
Figura 44: Parâmetros para pontuação de Qualificação ambiental (QA).....	101
Figura 45: Exemplo de área permeável ajardinada (15%) em pequenos lotes (5x30).....	103
Figura 46: Lotes completamente impermeabilizados	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Uso e ocupação do solo registrados na Bacia do Córrego Água Espriada.....	50
Tabela 2: Áreas das quadras que fazem parte da Bacia do Córrego Água Espriada.....	63
Tabela 3: Áreas livres públicas dentro da bacia hidrográfica córrego Água Espriada.....	65
Tabela 4: Grupos hidrológicos de solo e condutividade hidráulica saturada média para as classes texturais do USDA	75
Tabela 5: Pontos selecionados para ensaios com Permeâmetro de Guelph.....	76
Tabela 6: Resultados obtidos com o uso do infiltrômetro de Guelph	78
Tabela 7: Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN – Estação Jabaquara.....	80
Tabela 8: Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN – Estação Vila Babilônia.....	80
Tabela 9: Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN –Jabaquara	82
Tabela 10: Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN –Vila Babilônia	82
Tabela 11: Equações de Chuvas Intensas no Estado de São Paulo	83
Tabela 12: Estratégia de infraestrutura verde	98
Tabela 13: Quota Ambiental: Pontuação mínima, Taxa de Permeabilidade Mínima e fatores por perímetros de qualificação ambiental.....	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Amostra 1 – Praça Arlindo Rossi – cota 723,38	70
Quadro 2: Amostra 2 – Praça Fiedrich Naumann – cota 737,21.....	70
Quadro 3: Amostra 3 – Praça Durval Pereira – cota 745,00	71
Quadro 4: Amostra 4 – Praça Professor Alípio Correa Neto – cota 757,00.....	71
Quadro 5: Amostra 5 – Praça Isidoro Machado – cota 770,42	72
Quadro 6: Amostra 6 – Nicolau Weber – cota 781,00.....	72
Quadro 7: Amostra 7 – Praça Friedrich Naumann – cota 737,21.....	73
Quadro 8: Amostra 8 – Praça Hachiro Miyazaki – cota 804,00.....	73
Quadro 9: Amostra 9 – Praça Dr. Aécio Mennucci – cota 815,00.....	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo Temperatura Média (°C) – Estação São Paulo (Mirante de Santana).....	81
Gráfico 2: Comparativo Precipitação Acumulada (mm) – Estação São Paulo (Mirante de Santana).....	81

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 - SÃO PAULO	20
CAPÍTULO 2 - A BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIADA.....	35
CAPÍTULO 3 - PISCINÃO PARA QUÊ?.....	57
CAPÍTULO 4 - INFRAESTRUTURA VERDE	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS.....	107
ANEXOS	119
ANEXO 1. Análises granulométricas dos 9 locais estudados em campo – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espraiada	119
ANEXO 2. Ensaio – Permeâmetro de Guelph.....	128
ANEXO 3. Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN – Jabaquara – 355030870A ..	129
ANEXO 4. Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN – Vila Babilônia – 355030820B	133

INTRODUÇÃO

Nasci em 1973, na cidade de São Paulo, mais especificamente nas proximidades da atual Linha Azul do Metrô. Minha infância foi marcada pela vivência em um conjunto habitacional vertical; porém, o trajeto diário até a escola era um verdadeiro passeio em um cenário composto por casas e casarios geminados. Muitos deles possuíam recuos e quintais vegetados, proporcionando um ambiente acolhedor e natural.

No entanto, testemunhei de perto a demolição desses casarios ao longo do tempo. Em seu lugar, surgiram prédios, estacionamentos e comércios, que ocuparam o terreno e o tornaram completamente impermeável. Essas transformações na paisagem não só impactaram o visual da cidade, como também alteraram o clima que eu conhecia desde a infância. A garoa constante e o uso da japona já não faziam mais parte do meu dia a dia, sendo substituídos por dias mais secos e quentes.

Essa experiência, que sempre me causou um certo desconforto, aliada à minha formação em Arquitetura e Urbanismo e às disciplinas que cursei na área de Paisagem e Ambiente na FAU-USP, proporcionou-me a oportunidade de explorar de maneira mais abrangente os assuntos relacionados às minhas inquietações. Tive a possibilidade de aprofundar-me em conceitos e técnicas com diferentes desdobramentos, incluindo soluções efetivas, simples e de baixo custo que, surpreendentemente, não são amplamente utilizadas nas políticas públicas.

Ampliei minhas inquietações não apenas em relação ao uso excessivo de áreas impermeáveis, mas também à disseminação do uso de reservatórios para retenção de águas pluviais, conhecidos como "piscinões". E, dessa forma, surgiu o título desta dissertação: *"Piscinão para quê? O intra-lote e a infraestrutura verde como estratégia de mitigação dos impactos ambientais urbanos"*.

Nesse sentido, busquei ampliar meus conhecimentos no campo da geografia, explorando as inter-relações que a sociedade estabelece com a natureza. Além disso, busquei perspectivas em várias especialidades, pois acreditei que esses diferentes pontos de vista seriam essenciais para compreender os processos que vão desde a urbanização até a situação atual, bem como para identificar possíveis soluções para minhas indagações. Ao longo dessa jornada, obtive respostas variadas, dependendo da área de especialização e experiência, o que evidencia a complexidade desse tema. Essa pluralidade é fundamental para aprofundar a compreensão dessa temática.

Este estudo materializa todas as minhas indagações, incômodos e soluções alternativas em relação às abordagens tradicionais. Ele demonstra as potencialidades da permeabilidade do solo intra-lote, tanto em propriedades públicas quanto privadas, e apresenta novos caminhos para a integração de elementos naturais no planejamento urbano, visando mitigar os impactos já causados nos meios ambiental e social.

Pretende-se demonstrar como o uso adequado das áreas livres públicas ou privadas dos intra-lotes, quando utilizadas como áreas permeáveis, podem ser capazes de suprir a necessidade de estruturas de detenção ou retenção de água, conhecidas como “piscinões”. Essas estruturas têm como objetivo armazenar as vazões que excedem a capacidade de escoamento dos cursos d’água e, assim, reduzir os impactos das enchentes em áreas urbanas. Os piscinões, por natureza, são estruturas construídas posteriormente à urbanização, como uma solução paliativa para a impermeabilização excessiva do solo e ocupação das várzeas (Abril, 2017, p. 28).

Dessa forma, será apresentado de forma sucinta o processo de urbanização da cidade de São Paulo, a fim de contextualizar os percursos que conduziram aos atuais impactos gerados na drenagem urbana, bem como a falta de percepção dos cidadãos sobre suas atitudes e contribuições em relação às transformações no uso do solo, que tendem a refletir na qualidade de vida na área urbana.

Como objeto de estudo, foi selecionada a bacia hidrográfica do Córrego Água Espriada, localizada no município de São Paulo, na porção sul da Região Metropolitana de São Paulo. Essa bacia abrange os bairros do Brooklin Paulista, Brooklin Novo ou Cidade Monções, Vila Cordeiro, Campo Belo, Jardim Brasil, Vila Paulista, Vila Santa Catarina, Aeroporto, Vila Parque Jabaquara, Vila do Encontro, Americanópolis e Vila Campestre, onde se encontra o reservatório de detenção de água conhecido como Piscinão Jabaquara.

A presente pesquisa teve como objetivo promover uma reflexão crítica sobre as razões que levaram à escolha das infraestruturas convencionais de drenagem urbana comumente utilizadas no Brasil, bem como sobre a falta de implementação das políticas públicas municipais de uso do solo. Em contrapartida, busca-se destacar o potencial de permeabilidade do solo e os conceitos de infraestrutura verde, analisando suas aplicabilidades e suas capacidades como ferramenta para a construção de ambientes mais equilibrados e resilientes.

Para atingir esse objetivo, a pesquisa foi dividida em duas partes. A primeira parte consistiu em uma análise teórica abordando a evolução histórica da cidade de São Paulo, suas transformações, leis de uso e ocupação do solo e suas influências, exigências e eficiência. Também foram debatidos os problemas relacionados ao uso das infraestruturas convencionais, em especial os reservatórios de detenção (piscinões), que seguem na contramão da sustentabilidade em uma realidade caótica.

A segunda parte da pesquisa consistiu em uma análise prática, por meio de estudos de campo, com o objetivo de determinar os tipos e as potencialidades de permeabilidade do solo nos intra-lotes. Essa análise prática permitiu uma compreensão mais aprofundada das possibilidades de implantação do sistema de infraestrutura verde.

Com essa pesquisa, pretende-se contribuir para um debate mais amplo sobre a necessidade de repensar as práticas de drenagem urbana no Brasil e promover a adoção de medidas mais sustentáveis, que considerem o potencial de permeabilidade do solo e valorizem a infraestrutura verde como uma alternativa viável e eficiente.

CAPÍTULO 1 - SÃO PAULO

Durante as primeiras três centúrias de sua existência, a cidade de São Paulo não experimentou um crescimento significativo; isso se deveu não apenas às condições geográficas, mas também às circunstâncias históricas. Por essa razão, na primeira metade do século XIX, a capital pouco se diferenciava da vila e cidade dos tempos coloniais (Matos, 1974). No entanto, com o desenvolvimento da cultura do café no último quarto do século XIX, o Estado de São Paulo testemunhou um crescimento impressionante que, em poucas décadas, o transformou na unidade econômica e política mais importante da Federação (Segawa, 2000).

As transformações que ocorreram na vida econômica e administrativa da cidade, juntamente com as novas oportunidades que surgiram nesse período, ganham um significado mais amplo quando consideradas em conjunto com a revolução econômica da região. Essa transformação foi representada pelo advento do café (Morse, 1970). O avanço pioneiro ocorreu quando os grandes fazendeiros assumiram o controle da vida econômica e social de São Paulo. Eles possuíam recursos financeiros significativos, o que lhes permitiu estabelecer extensas propriedades rurais, desenvolver sistemas ferroviários, atrair imigrantes e adquirir equipamentos modernos (Monbeig, 1953 *apud* Szmrecsányi, 2004).

Portanto, a atividade cafeeira está intrinsecamente ligada a dois elementos importantes: a chegada dos imigrantes europeus livres como força de trabalho e a construção da estrada de ferro (Matos, 1974). Esses três elementos são fatores indissociáveis para elucidar o crescimento da cidade de São Paulo (Saes, 1981). Nesse contexto:

Para organizar e administrar companhias ferroviárias, para constituir empresas de colonização e imigração, para associar-se aos bancos que iam surgindo, tratar de seus interesses de classe e envolver-se em questões políticas de crescente complexidade e cada vez mais decisivas, os grandes fazendeiros não poderiam mais atuar isoladamente, nem permanecer nas plantações. A formação de empresas capitalistas e as necessidades de sua gestão eram incompatíveis com o modo de vida tradicional; elas exigiam um convívio urbano. Elas constituíram um fator da urbanização dos membros da classe dominante, tendo se tornado em seguida uma das causas do desenvolvimento da capital dos fazendeiros. (Monbeig, 1953 *apud* Szmrecsányi, 2004, p. 42):

A questão sanitária, então premente, teve os primeiros regulamentos justamente na Constituição de 1891, em que a saúde pública aparecia como responsabilidade do governo, abrangendo áreas correlatas (Merhy, 1987 *apud* Custódio, 2012, p. 29). O objetivo era garantir as condições gerais de produção do café e a reprodução social da

força de trabalho. Foi nesse contexto que o Governo do Estado de São Paulo adotou os discursos higienistas, implementou uma política sanitária e assumiu os serviços relacionados à saúde (Custódio, 2012).

Para os higienistas, era imperativo que as águas da cidade continuassem a fluir. O objetivo principal era garantir a circulação constante, com base no conceito de escoar a água precipitada o mais rápido possível (Tucci, 2003). De acordo com a equação hidráulica, quanto menor o tempo de concentração, maior será o pico de vazão a jusante. Portanto, as obras de canalização aceleravam o escoamento, afastando os picos de cheias para os corpos d'água receptores, o que resultava em uma sobrecarga do sistema de macrodrenagem (Abril, 2017).

O higienismo, tanto como prática quanto como um processo ideológico, concretizou os interesses relacionados à acumulação de capital, em parceria com o progresso e a modernização, os quais resultaram na transformação das cidades (Silva, 2009). Os apelos para a necessidade de saneamento urbano, seguindo os moldes europeus, mascaravam a presença lucrativa de empreendimentos estrangeiros envolvidos na implementação de infraestrutura e serviços (Moreira, 2017). Por um lado, surgiam oportunidades de investimento para aqueles com recursos financeiros disponíveis; por outro, áreas periféricas ansiavam por recursos, especialmente serviços públicos que demandavam altos investimentos, como nas principais cidades da América Latina (Santos, 2021). Em São Paulo, esses investimentos se concentraram principalmente nos setores bancário, de energia elétrica e de transporte urbano, criando assim as bases para o desenvolvimento de serviços característicos de áreas urbanas. (Santos, 2021).

Da mesma maneira que os órgãos públicos defendiam a necessidade de saneamento na cidade e a racionalização dos projetos urbanísticos, é importante ressaltar que a manifestação dessas ideias era motivada sobretudo pela especulação imobiliária, por meio da privatização dos espaços públicos. Essa é uma constatação encontrada nos estudos realizados por Seabra (1987).

Durante esse processo de transformação tecnológica, que envolveu canalizações e drenagem, o rio e as várzeas perderam toda a sua significação histórica na vida dos habitantes. Esse processo resultou na criação de um espaço tecnológico que se tornou estranho aos habitantes da cidade (Seabra, 1987). A água foi desvalorizada, com a falsa crença de que a poluição dos rios de São Paulo era responsável por doenças, o que corroeu seu significado e importância para o ambiente. Assim, não houve resistência

quando enormes obras de canalização e retificação dos rios urbanos começaram a ser implementadas. Nesse sentido, com a natureza transformada:

Subtrair dos habitantes da cidade o rio e a várzea, pela canalização e drenagem, para usá-los como capital social, com as obras de infraestrutura viária que se sucederam, era o caminho da socialização. Uma socialização que se dá pelo lado da produção material da riqueza, que integra o rio e várzeas aos circuitos produtivos do capital geral, essencialmente, capital privado. O rio vai ser apropriado com vistas à produção de energia e as várzeas como espaço de circulação de mercadorias (Seabra, 1987, p. 150).

Os rios possuem uma importância significativa no contexto urbano atual, representando valores sociais, ambientais, culturais e econômicos que se fazem presentes em diversas atividades, como a irrigação, o fornecimento de água potável, suprindo as necessidades dos processos industriais, do transporte e da produção de energia, entre outras. Contudo, para estabelecer uma relação sustentável entre o rio e a cidade, é imprescindível que exista uma conexão paisagística entre ambos (Cengiz, 2013).

Nessa perspectiva, é evidente a perda decorrente da não implementação do projeto concebido por Saturnino de Brito (Figura 1), que contemplava a criação de parques, praças e dois lagos, cada um abrangendo uma superfície de um milhão de metros quadrados. Este projeto, voltado para o controle do nível das águas, apresentava-se como uma solução abrangente tanto para a gestão das inundações quanto para o fornecimento de água potável à capital. É crucial ressaltar que os discursos higienistas desempenharam um papel orientador nessas intervenções urbanas, com repercussões evidentes na configuração da paisagem.

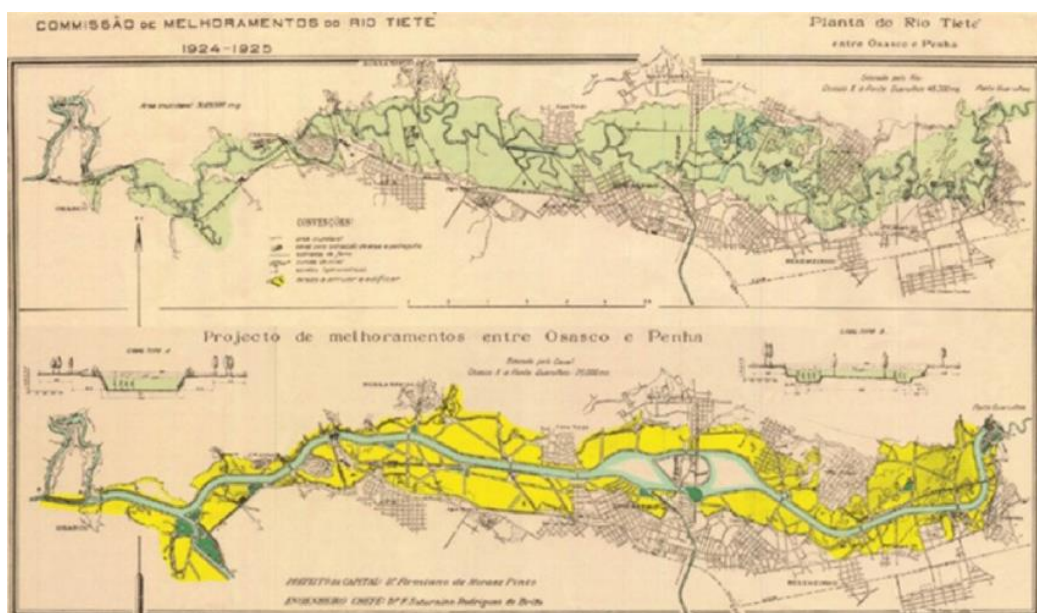


Figura 1. Projeto realizado por Francisco Saturnino de Brito para o Rio Tietê.

Fonte: Toledo (1996) *apud* Pessoa (2019)

No entanto, devido à urgência em aumentar a oferta de energia elétrica, houve uma decisão urgente de implementar uma intervenção. A *São Paulo Tramway, Light and Power Company Limited*, ao conceber seu sistema hidrelétrico, recebeu plenos poderes do setor público para transformar a estrutura urbana de São Paulo. Isso resultou em uma série de intervenções nos rios e nas várzeas, incluindo a canalização dos rios Tietê e Pinheiros, com a eliminação de suas curvas sinuosas e a drenagem das várzeas (Figura 2). Como consequência, vastas áreas foram liberadas para a circulação intraurbana (Seabra, 1987), assim como a criação de terra urbanizável com amplas oportunidades de lucro para os investidores (Pessoa, 2019).

Os trabalhos de engenharia aplicados na retificação dos dois rios trouxeram uma nova perspectiva para a utilização dos terrenos das várzeas, induzindo uma supervalorização das propriedades ribeirinhas. Nesse contexto, é importante ressaltar que as retificações foram apenas etapas de um processo mais amplo de transformação das várzeas. A construção do sistema viário teve um efeito semelhante, tanto no que diz respeito às novas possibilidades de uso para os terrenos marginais aos canais dos rios retificados, quanto no aumento dos valores dos imóveis (Seabra, 1987; Delijaicov, 1999).

A antítese dessa cidade imaginada é o conceito de canalização de córregos e construção de avenidas de fundo de vale que orientaram e orientam as construções de avenidas marginais aos [dois] rios canalizados. Conceito cujo principal objetivo é secar e aterrar as várzeas (os leitos maiores) dos rios para ocupação urbana. Na verdade, “lotear e vender” o espaço do rio, espaço público primordial da cidade (Delijaicov, 1999, p. 13).

Os rios e as várzeas são elementos fundamentais para o avanço material, intrínseco ao processo de modernização social. A valorização do espaço, como meio de reprodução do capital, apresentou-se como uma das dimensões mais marcantes durante a urbanização da cidade de São Paulo:

Nas várzeas da cidade de São Paulo, o processo de formação de terrenos destinados aos usos urbanos sempre foi concomitante às intervenções. As práticas do saneamento, da construção de aterros, da retificação, da construção de avenidas fundo de vale, implicam num processo de valorização para a formação do mercado de terras. A apropriação privada das terras sobrepõe-se às formas dos eventos naturais que nelas se manifestam. A afirmação das várzeas enquanto particularidade, com ambientes fluviais, sempre formaram o repertório necessário à sua apropriação (Silva, 2009, p. 53).

Na prática, era a oportunidade de suprimir as várzeas e tudo o que era considerado insalubre e não-civilizado, como as águas paradas, as lavadeiras, as prostitutas e os desocupados (...), disponibilizando espaço ao mercado imobiliário (Santos, 2021, p. 9)



Figura 2. Rio Pinheiros, 1930.

Fonte: Seabra (2015)

Com a implantação do *Plano de Avenidas* de Prestes Maia (Figura 3), onde inicialmente previa-se *parkways*, e posteriormente considerado um engano em se manter grandes extensões de áreas verdes nas marginais, pois deveriam ser utilizadas para circulação (Custódio, 2012), em oposição ao preconizado por Saturnino de Brito em seu projeto para o rio Tietê, inclusive predominando o aspecto viário sobre o sanitário, testemunhou-se um marco inegável na apropriação das várzeas para fins urbanos. A partir desse momento, pode-se afirmar com convicção que as várzeas desempenharam um papel de extrema relevância na divisão territorial do trabalho na cidade, atuando como espaços de circulação que foram meticulosamente planejados e desenvolvidos de acordo com a lógica e a racionalidade da ordem urbanística. Com a canalização e o tamponamento de córregos¹, que deram lugar às vias transitáveis (Santos, 2021), presenciou-se um impulso significativo na ocupação dos fundos de vale. Essa transformação não apenas impactou a cidade naquele período específico, como também teve repercussões duradouras na metrópole em processo de formação. Desde então, as várzeas têm se estabelecido como

¹ O processo de tamponamento de cursos d'água consiste na canalização de córregos ou filetes d'água em tubulações localizadas abaixo do nível da rua, enterrando-os, ocultando-os com a finalidade de maximizar o uso da superfície para fins urbanos (SANTOS, 2021).

um componente fundamental na construção do sistema viário.

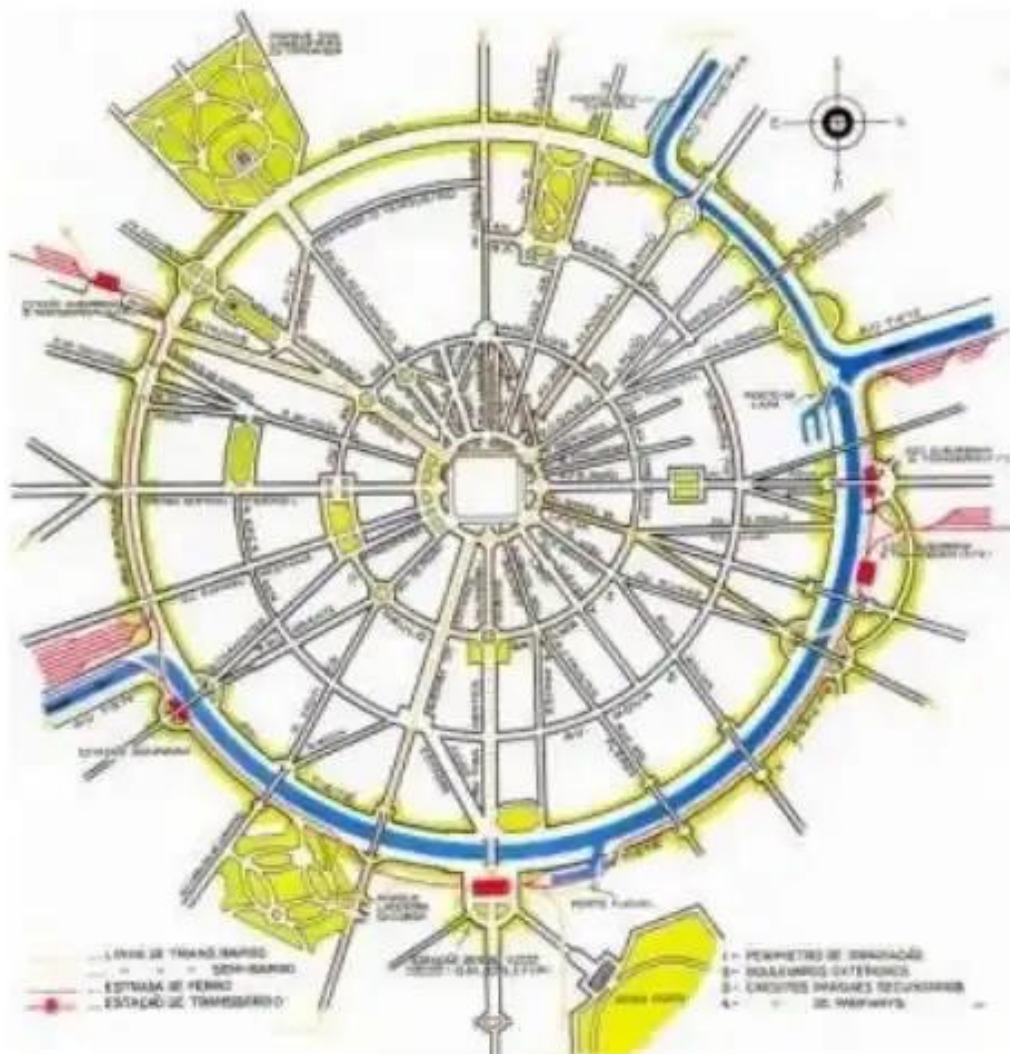


Figura 3: Plano de Avenidas, Prestes Maia e Anhaia Melo - 1930.

Fonte: Trani (2017)

Nessa perspectiva, a ordem urbanística assume o papel de estabelecer diretrizes específicas para a construção dessas avenidas, que buscam simultaneamente um padrão estético primoroso e uma utilização máxima dos espaços disponíveis. Surge então um estilo de construção que ficou conhecido como "canalização tamponada" (Silva, 2009). Ainda, segundo o mesmo autor:

Em 1987 o Programa de Canalização de Córregos, Implantação de Vias e Recuperação Estrutural e Social de Fundos de Vale (PROCAV) é realizado pela Prefeitura de São Paulo em "parceria" com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e com a Caixa Econômica Federal (CEF). A racionalidade da metrópole como espaço de acumulação pressupõe a funcionalidade de suas estruturas, como um vasto sistema de recursos criados, que compreende valores de uso cristalizados na paisagem, utilizados na produção e comércio das mercadorias. Os mecanismos de financiamento internacional estão disponíveis para a realização destes pressupostos, cujo significado é um discurso do progresso e do desenvolvimento urbano (Silva, 2009, p. 116).

Com base nessas premissas, é possível inferir que essa parceria surgiu como uma solução para atenuar os problemas de inundação e preservar o meio ambiente em pontos críticos. Além disso, teve como objetivo primordial melhorar as condições de tráfego na área de abrangência, por meio da realização de obras de microdrenagem e construção de vias públicas (Mattes, 2001).

Para a execução do sistema viário em algumas cidades, foi necessário realizar modificações nos corpos hídricos, como canalizá-los, o que resultou em uma alteração completa na interação deles com o espaço urbano. Essas mudanças tiveram impactos significativos tanto na natureza quanto na sociedade. Do ponto de vista econômico, social e ambiental, observou-se a persistência de uma abordagem excludente e privatista, na qual as águas, em particular, foram e continuam sendo controladas para acomodar a geração de energia e as expansões urbanas. Isso resultou na redefinição da natureza como "um subsistema da economia" (Marques, 2018). A cidade de São Paulo continuou crescendo de acordo com a lógica rodoviária, incentivando a construção de avenidas em áreas de várzea, principalmente entre as décadas de 1970 e 1990 (Ragonha; Corrêa, 2016). Como resultado das canalizações e retificações, com o intuito de incorporar as várzeas dos rios à metrópole como espaços voltados para a circulação, houve um aumento imediato das inundações a jusante. À medida que ocorrem precipitações e a água não é infiltrada, esse volume, que pode chegar a seis vezes mais do que o normal, escoar pelos condutos (Tucci, 2003). E, conforme explica Bartalini (2006), os cursos d'água não resistiram à utilidade que lhes foi conferida, sendo transformados em "peças de uma máquina hidráulica", e as margens desses cursos d'água passaram a ser utilizadas apenas como corredores para a circulação de veículos, com a criação de grandes avenidas.

A configuração urbana atual de São Paulo é resultado do *Plano de Avenidas*, e muitos de seus problemas também podem ser atribuídos a ele (Osello, 1983). Da mesma forma, conforme mencionado por Ab'Sáber (2004):

Do ponto de vista do agravamento das inundações envolvendo quebras de funcionalidade do organismo urbano, os processos mais interferentes estiveram relacionados ao desdobramento das avenidas de fundo de vale, por asfaltamento e canalização encarceradas dos canais de escoamento dos antigos córregos. As avenidas de fundo de vale ocuparam o leito maior dos antigos cursos meândricos. Os córregos encarcerados dotados de bitolas estreitas tornaram-se insuficientes para fluir as grandes cargas d'água tombadas no espaço das sub-bacias, através de chuvas de verão, de uma ou mais horas de temporais. O sistema de bueiros tornou-se insuficiente e mal gerenciado. E, assim, os eixos das avenidas de fundo de vale sofrem a "revanche" das águas. (Ab'Sáber, 2004, p. 209).

O aumento das inundações decorre das mudanças no uso do solo, no sistema de escoamento de águas pluviais e na infraestrutura de drenagem urbana, que se mostram inapropriados. Pois, devido à ausência de vegetação nativa nas proximidades da região metropolitana de São Paulo, gerados pela urbanização (Figuras 4 e 5) e impermeabilização do solo, o impacto da chegada de frentes frias e úmidas vindas do litoral é mais pronunciado. Isso se soma ao aquecimento do solo devido ao asfaltamento e ao calor gerado pelas construções, resultando em uma temperatura notoriamente mais elevada na cidade uma vez que o solo é impermeabilizado, a água da chuva que normalmente seria absorvida pelo solo passa a contribuir, em parte, para o escoamento superficial, sobrecarregando cursos d'água e agravando a frequência e a intensidade das enchentes, que passam a apresentar volumes cada vez mais maiores. E a medida que aumenta a urbanização, mais sujeitos estamos a estes eventos (Perez, 2013).

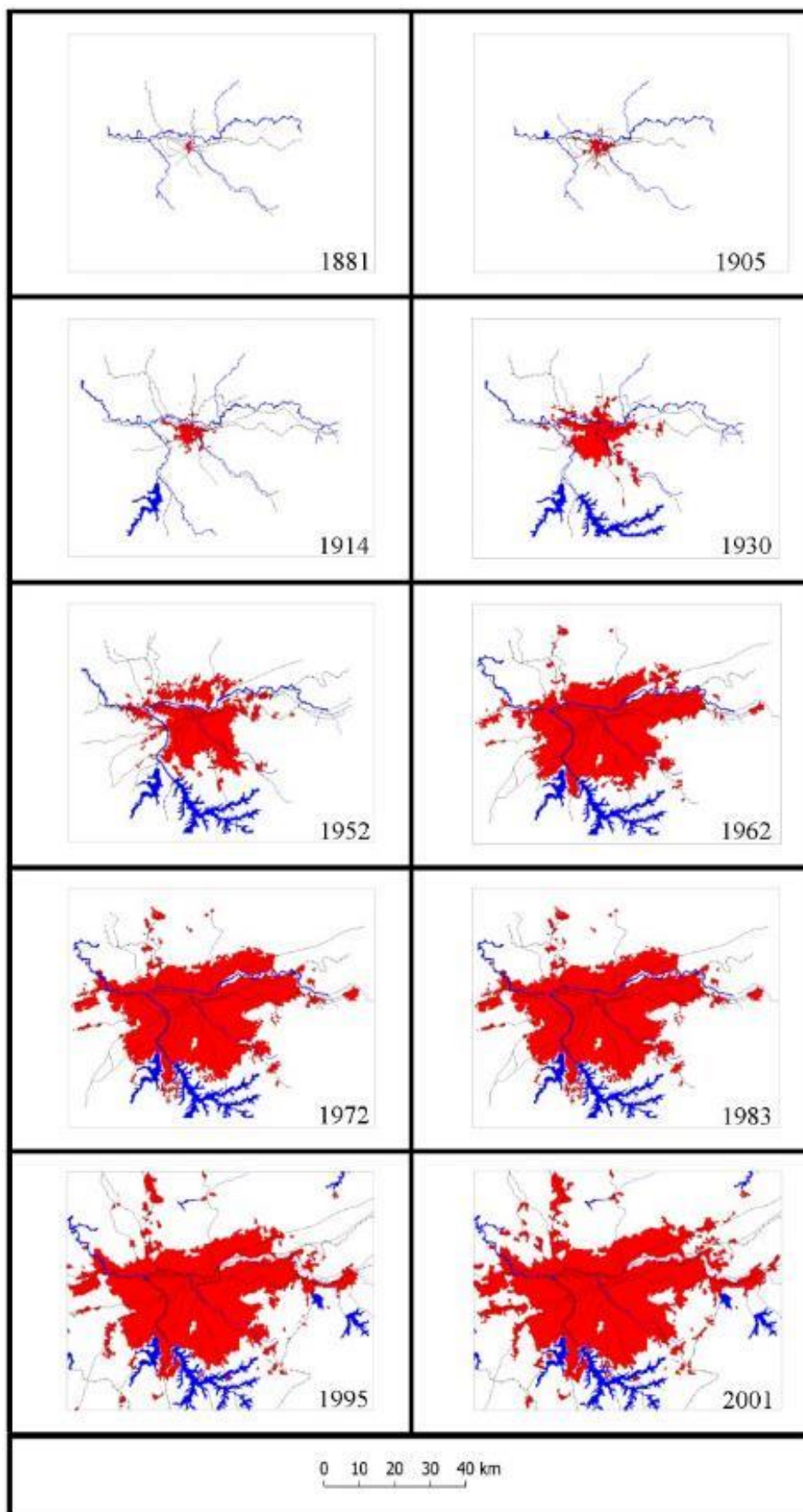


Figura 4: Região Metropolitana de São Paulo: Expansão da Mancha Urbanizada (1881-2001)
Fonte: Machado *et al.* (2016).



Figura 5: Representação da mancha urbana correspondente à Região Metropolitana de São Paulo (2010)
Fonte: Machado & Kako (2012).

Dessa forma, pode-se afirmar que, historicamente, o desenvolvimento urbano de São Paulo tem enfrentado um desafio constante quando se trata de lidar com a drenagem natural. Ao longo do tempo, os rios e córregos têm sido canalizados e sobrepostos para permitir a construção do sistema viário para a crescente frota de veículos. Ademais, a especulação imobiliária tem se beneficiado dessa situação, impulsionando a supervalorização dessas áreas e forçando a população de baixa renda a se deslocar para regiões periféricas. A crise habitacional, em todo o país, tem resultado em novas formas de alojamento que buscam reduzir ou até eliminar o custo da moradia no orçamento familiar (Bonduki, 2004). No entanto, muitas dessas alternativas não são urbanizadas ou urbanizáveis, como aponta Wilhelm (2011):

A estratégia de urbanização dos migrantes pobres, bem como o atendimento de demanda da população pobre em geral, dá-se pela ocupação de áreas públicas, loteamentos clandestinos, posses na periferia da cidade, ocupação de áreas de risco em aclives sujeitos a deslizamentos, em locais de preservação de mananciais e margens de águas; dá-se também através de “puxadinhos” construídos atrás da casa, criando seja cortiços de quintal, seja ampliações para o aumento da família. (Wilhelm, 2011, p. 147).

De acordo com a literatura, as ocupações das favelas tiveram início por volta de 1935. No entanto, foi somente a partir do Censo Demográfico de 1973 que se constatou que as favelas já representavam 1,1% da população no município. A partir da década de 1980

ocorreu uma expansão significativa, chegando a representar 5,2%. Segundo dados do IBGE (Censo Demográfico de 2010), considerando a população total da cidade de São Paulo, que era de 11.253.503 habitantes, verificou-se que 11,4%, ou seja, 1.280.400 pessoas, residiam em aglomerados subnormais, ocupando uma área de 24 km² (Castilho, 2013). É importante ressaltar que muitas dessas ocupações foram iniciadas pelos moradores, enquanto outras foram estruturadas pela própria Prefeitura – com o objetivo de liberar áreas ocupadas por núcleos carentes para a construção de obras públicas, principalmente viárias. Nesses casos, os habitantes foram transferidos para alojamentos provisórios (Paulino, 2007).

Pelos anos de 1942 a 1945, quando então prefeito o Dr. Prestes Maia, com as desapropriações feitas em virtude da abertura de avenidas, como a Nove de Julho e outras, nos Campos Elíseos etc., muitas pessoas ficaram sem abrigo. Improvisaram-se uns barracões no local onde se acha instalado o Parque Changai, e assim se iniciou a primeira favela que era denominada “Favela Prestes Maia” ao longo da Avenida do Estado (Godinho, 1955 *apud* Paulino, 2007, p. 80).

Em decorrência do aumento significativo das ocupações, principalmente em áreas não urbanizáveis, como várzeas e mananciais, tem-se observado um impacto ambiental expressivo, como aponta Pasternak (2002):

O dano ambiental é considerável, com poluição dos mananciais, deterioração da cobertura vegetal, aumento da erosão etc. Levantamento de 1990 mostra que 50,7% das favelas, com 71,9% dos domicílios favelados situam-se à margem de córregos; destas, 6,8% das favelas, com 17,9% dos domicílios favelados da capital, são sujeitas a inundações periódicas. Este dado mostra o risco específico para a população favelada; o risco para a comunidade como um todo, de perda da capa vegetal, de contaminação dos mananciais, de impermeabilização do solo, é ainda maior. (Pasternak, 2002, p. 9)

Os conflitos urbanos são inúmeros; e o município, apesar de contar com diversas legislações urbanísticas e de proteção ambiental, convive com duas realidades distintas: a cidade legal e a cidade ilegal. A cidade ilegal não se aplica apenas às construções sem legalidade fundiária, mas também abrange aquelas que desrespeitam as leis urbanísticas, como aponta Keppke (2007).

A cidade ilegal não se restringe às construções que se implantam nos mananciais, nas áreas públicas invadidas, nos loteamentos e parcelamentos clandestinos, isto é, sem a legalidade fundiária, mas se estende ao passivo construído que transgride a legislação reguladora, pior, que descumpra os princípios mínimos de salubridade, segurança e estabilidade das edificações. À luz da lei, consiste de todas as construções que extrapolam o potencial construtivo, a taxa de ocupação, os recuos obrigatórios, a taxa de permeabilidade do solo, e inclui os conflitos de convivência de usos decorrentes do desrespeito ao Zoneamento (Keppke, 2007, p. 15)

No que concerne ao planejamento urbano, constata-se que as legislações urbanísticas têm se mostrado ineficazes para lidar com a expansão da malha urbana da cidade de São

Paulo. O descontrole da atividade antrópica tem afetado negativamente o mercado imobiliário, uma vez que a impunidade tem se tornado algo corriqueiro quando se trata de infrações relacionadas ao uso e ocupação do solo. No entanto, é importante ressaltar que a violação das normas urbanísticas não prescreve, pois está presente de forma concreta e evidente, impactando o ambiente e a qualidade de vida dos moradores. Somente por meio de uma anistia é que essas infrações passam a ser consideradas como direitos adquiridos, como afirmado por Keppke (2007).

Desafortunadamente, ao mesmo tempo em que eram elaborados estas leis e planos determinantes do desenho urbano e da regulação, surgiam também as entropias do sistema. [...] cada plano foi sucedido por uma ampla anistia de uso e ocupação do solo, iniciativa contraditória ao planejamento, uma postura de ambiguidade legal - uma lei determinando parâmetros urbanísticos para o ativo imobiliário, outra os isentando para o passivo construído (Keppke, 2007, p. 49)

Da mesma forma, o estudo de Osello (1983) ainda se mostra atual, apesar de se referir aos anos 1920, pois é perceptível a falta de fiscalização sistemática e eficiente por parte dos órgãos públicos em relação às questões referentes ao uso do solo urbano:

A falta de fiscalização sistemática e eficiente e a prática comum do loteamento clandestino, ou seja, do loteamento feito em desrespeito à legislação urbanística, acabaram gerando uma periferia carente e desordenada. Embora estivesse consciente desse problema, a prefeitura nunca adotou medidas eficazes contra os loteadores clandestinos, se limitando a aconselhar a população a não comprar terrenos não regularizados. Ao invés de punir os infratores, a prefeitura com sucessivas anistias, acabou por desacreditar a sua própria legislação. As medidas adotadas como esse apelo à população foram ineficazes. (Osello, 1983, p. 37).

Extrapolar os parâmetros urbanísticos não é considerado um ato de vandalismo do ponto de vista moral, mas sim um direito natural de agregar valor à propriedade. Por esse motivo, tanto os pobres quanto os ricos praticam essa ação (Keppke, 2007). Nesse contexto, é importante ressaltar a incapacidade, ineficiência ou até mesmo o possível projeto deliberado dos poderes públicos de não executarem um planejamento urbano capaz de integrar os diversos problemas inter-relacionados que se apresentam (Santos, 2021). A inexistência de um planejamento explícito não significa a ausência de um plano. Na verdade, havia um planejamento corporativo em andamento: a cidade de São Paulo estava sendo "planejada" pelas "corporações", sendo talvez a companhia elétrica Light o melhor exemplo disso (Costa, 2001).

Uma legislação deficitária e ambígua, aliada ao crescimento desenfreado da mancha urbana da cidade de São Paulo e suas ocupações que, ao longo do tempo, negligenciaram toda a sua paisagem natural, essencial para a qualidade de vida, resultou em um impacto ambiental significativo. As extensas áreas impermeabilizadas,

provenientes de canalizações de rios, asfaltamento, proliferação de favelas e pavimentação de áreas não edificadas, incluindo quintais e jardins residenciais, têm impedido a absorção adequada das chuvas pelo solo, comprometendo assim a drenagem urbana. Isso gera um volume excessivo de água a ser drenada pela infraestrutura existente, que muitas vezes se mostra insuficiente, levando a transbordamentos e alagamentos nas áreas de várzea. Além disso, a criação de ilhas de calor (fenômenos caracterizados pelo aumento da temperatura em determinados pontos da cidade) é algo causado exclusivamente pela ação antrópica – ao contrário de outros fenômenos climáticos, em que a ação do homem apenas interfere ou agrava uma situação preexistente conforme apontado por Bonzi (2017):

Sob o pretexto do higienismo e capitulado pela engenharia civil, o planejamento urbano do século XX imaginou ser possível prescindir da cobertura vegetal e dos recursos naturais, enquanto soluções tecnicistas driblaram o ciclo hidrológico. Solos foram impermeabilizados, aumentando o escoamento superficial da água da chuva, e linhas de drenagem naturais foram substituídas por galerias pluviais projetadas para conduzir as águas de forma rápida e invisível, expediente sinistro que transfere o volume indesejado de água para uma comunidade mais a jusante.

Alguns dos problemas ambientais resultantes dessa concepção de cidade apartada da natureza foram: poluição do sistema de águas superficiais, erosão, deslizamento e contaminação do solo; perda da biodiversidade e de solo fértil, alteração do microclima local com a formação de “ilhas de calor” e diminuição da recarga dos aquíferos. (Bonzi, 2017, p. 2).

De acordo com o mapa do índice de área foliar (Figura 6) e o mapa de temperatura da superfície da cidade de São Paulo (Figura 7), é nas áreas urbanas centrais, onde há escassez de vegetação, que as temperaturas alcançam os níveis máximos. Por outro lado, os valores mínimos são observados em regiões com presença de áreas verdes e reservatórios de água (Lombardo, 1984).

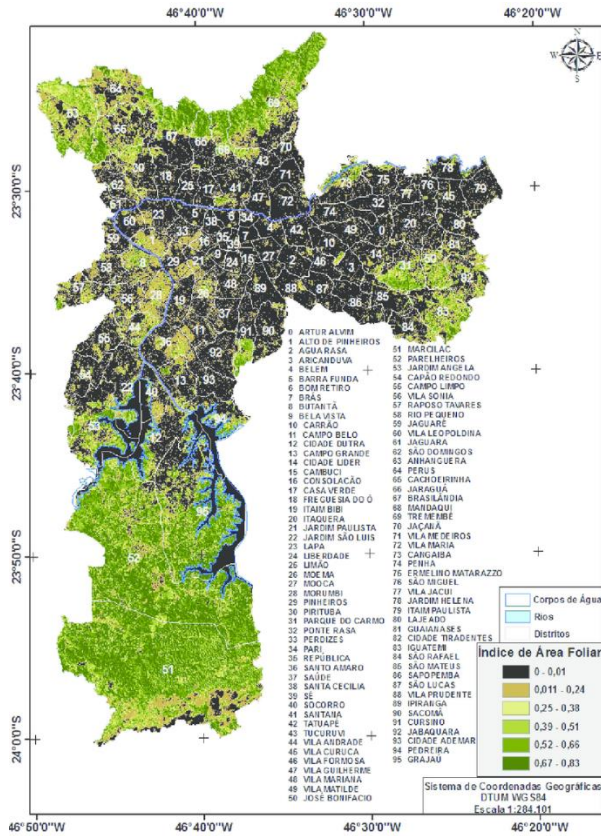


Figura 6: Mapa do índice de área foliar da cidade de São Paulo
Fonte: Barros & Lombardo (2016)

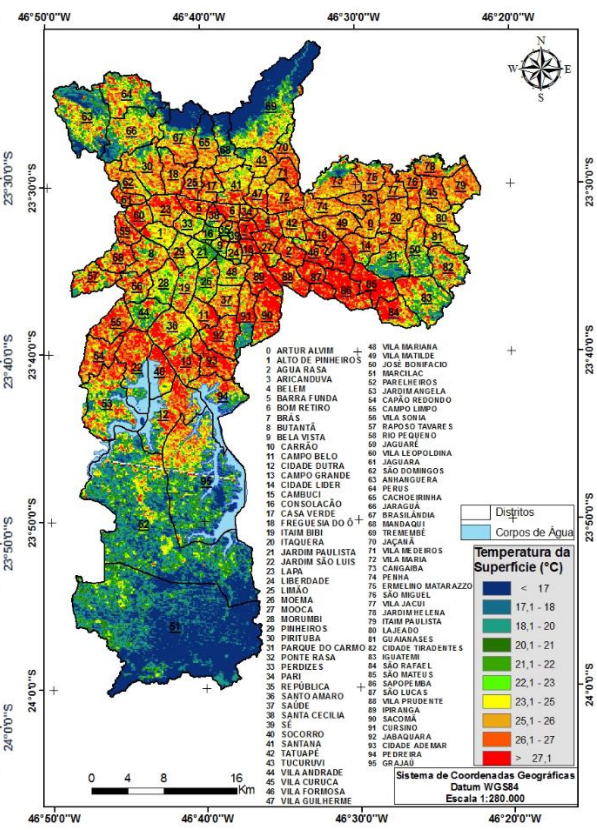


Figura 7: Mapa de temperatura da superfície da cidade de São Paulo
Fonte: Barros & Lombardo (2016)

As ocorrências de inundações estão diretamente relacionadas com a ocupação das áreas de várzea, que são aproveitadas para diferentes fins além de sua função original, que é permitir o escoamento dos córregos e rios. Essa ocupação desordenada tem contribuído para a multiplicação dos eventos de cheias, causando prejuízos tangíveis e intangíveis de diversas proporções (Nakazone, 2005). Além disso, a impermeabilização do solo devido à crescente urbanização e a ausência de controle do uso do solo explicam a redução do tempo de escoamento das águas, levando-as para áreas a jusante. Essa diminuição significativa da permeabilidade *in situ* tem gerado uma problemática na drenagem urbana, que tem buscado soluções na alocação de espaços para a destinação das águas pluviais (Abril, 2017).

Historicamente, os projetos de engenharia para drenagem urbana têm buscado resolver o problema da perda do armazenamento natural com o uso de diversas estratégias. Uma delas consiste em aumentar a velocidade dos escoamentos por meio da canalização (Canholi, 2014), transferindo assim o problema da redução das áreas naturais para jusante e causando inundações em locais onde isso não ocorria anteriormente. Com o

intuito de solucionar os desafios quantitativos da drenagem urbana, esses projetos têm continuado a utilizar a mesma abordagem, adotando medidas estruturais concretizadas por meio de obras de engenharia. O objetivo dessas obras é corrigir e/ou prevenir problemas relacionados a enchentes, incluindo a construção de canalizações, reservatórios (como bacias de detenção/retenção) e outras estruturas convencionais.

A Região Metropolitana de São Paulo passou a utilizar reservatórios de amortecimento de cheias como uma medida paliativa para lidar com a ocupação inadequada da Bacia Alto Tietê e reduzir os efeitos danosos das enchentes – uma forma de combate aos alagamentos e inundações, tanto a montante quanto a jusante nas bacias hidrográficas. Os chamados “piscinões” se tornaram parte do vocabulário nacional, como uma resposta à urbanização descontrolada que resultou na impermeabilização excessiva do solo e ocupação de áreas de várzea. No entanto, os piscinões têm um alto custo de implementação e manutenção, além de causar prejuízos urbanos por constituírem espaços isolados dentro da malha da cidade, sem qualquer relação com o cotidiano ao seu redor (Lima; Pellegrino, 2015). Essas estruturas também têm impactos significativos nas áreas locais e em seus entornos imediatos, podendo gerar desequilíbrio ambiental e até mesmo a transmissão de doenças.

A cidade de São Paulo enfrenta uma série de desafios que demandam planejamento e ação pública integrada, pois seus habitantes convivem com questões como a mobilidade deficitária, a poluição dos corpos d'água e mananciais, a insalubridade do ar e a escassez de áreas verdes – problemas urgentes que precisam ser enfrentados e sanados (Castilho, 2013). Isto posto, encerra-se o presente capítulo com as palavras de Santos (2021), que trazem importantes reflexões sobre o planejamento urbano na maior metrópole do país:

[...] Salvo tentativas pontuais de algumas gestões públicas e de instituições que lutam por uma cidade mais humana e democrática. Na atualidade, os córregos e rios continuam alvos de tamponamentos e ou receptáculos de resíduos poluentes, os veículos automotores cada vez mais ordenam os rumos das obras urbanas, as inundações continuam a atormentar a população, especialmente as mais pobres sob altas condições de vulnerabilidade e sem direito à cidade. A nossa “síntese”, portanto, é a de uma cidade antidemocrática, de caráter privado, essencialmente orientada para fins mercantis, que privatizou e continua a privatizar o espaço público em nome do negócio –uma cidade-mercadoria–, tratando cursos d'água como entes a serem escondidos porque poluídos, porque incomodam e porque não integram “a natureza urbanizada” sob a forma de concreto, prédios, avenidas, veículos (Santos, 2021, p. 22)

CAPÍTULO 2 – A BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ÁGUA ESPRAIADA

O conceito de bacia hidrográfica pode ser descrito como um sistema que envolve materiais sólidos e líquidos, cujos limites externos são determinados pelos divisores topográficos, frequentemente localizados no ponto mais alto de uma vertente (Mariano, 2021), ou seja, é toda superfície terrestre que por meio da ação da gravidade e do fluxo superficial, converge para um ponto comum, denominado exutório.

Tais características constituem a bacia hidrográfica do córrego Água Espraiada, localizada atualmente no município de São Paulo, e que pertenceu até 1935 ao extinto município de Santo Amaro. Ao norte, a bacia é limitada pelo córrego da Traição, enquanto ao sul faz limite com a Serra do Mar.

No ano de 1935, o bairro paulistano do Brooklin já possuía seus limites geográficos bem definidos, compreendendo a área entre o rio Pinheiros, a Autoestrada de Rodagem (Av. Washington Luís) e os córregos do Cordeiro (Av. Roque Petroni Júnior) e Águas Espraiadas (Av. Jornalista Roberto Marinho), conforme descrito por Blanes (2006).

As intervenções implementadas pela empresa Light² no rio Pinheiros, trouxeram importantes transformações na região. Em 1940, com o objetivo de inverter o curso do rio, a empresa construiu a Usina Elevatória de Traição, elevando o nível do rio no trecho em que desaguavam três córregos: Cordeiro, Água Espraiada e Traição. Desta forma, surgiu a necessidade de construir um dreno para receber suas águas e, conseqüentemente, lançá-las no rio Pinheiros. Ao longo das margens desse dreno, localizado no bairro do Brooklin, foram abertas pistas que deram origem à avenida posteriormente denominada como Eng. Luís Carlos Berrini. Até então, essa região não contava com nenhum tipo de desenvolvimento imobiliário especulativo.

Em 1964, na gestão do prefeito Prestes Maia, foi promulgada uma lei de melhoramento urbano que estabelecia uma faixa de desapropriações ao longo do córrego Água Espraiada, para a construção de uma avenida na área de fundo de vale. A ideia era que essa avenida iniciasse na Marginal do rio Pinheiros e se estendesse até o bairro do Jabaquara. No entanto, o DER (Departamento de Estradas de Rodagens) decidiu reformular o projeto no início dos anos 1970, transformando-o em parte do Minianel

² *São Paulo Tramway Light and Power Co. Ltd*: empresa canadense que operou em regime de concessão de serviços públicos no Brasil, viabilizou a montagem do sistema em cuja base estava o aproveitamento do potencial hidráulico da Bacia do Alto Tietê (SEABRA, 2015).

Viário Metropolitano, que ligaria a Marginal à Rodovia dos Imigrantes.

As expropriações necessárias para a execução dessas medidas foram iniciadas, porém, a Câmara Metropolitana de Transportes promoveu alterações nas diretrizes, deslocando o traçado do Anel Viário para a Avenida Roque Petroni Júnior. A extensa área prevista para desapropriação ao longo do córrego foi sendo gradualmente ocupada, com a apropriação de imóveis vazios e a construção de barracos (Fix, 2001). O abandono inicial do projeto pelo DER contribuiu para o descuido do local, o que favoreceu o processo de ocupação dos terrenos ao longo de alguns anos. Como consequência, toda a margem do rio foi ocupada por favelas (Alfredo, 1999).

No final da década de 1970, começou a ocorrer um intenso desenvolvimento imobiliário na região ao redor da Av. Eng. Luís Carlos Berrini, impulsionado com a construção de dois grandes empreendimentos: o Centro Empresarial São Paulo (CENESP) e uma série de edifícios comerciais estrategicamente localizados pela construtora Bratke-Collet, que culminou com a construção do World Trade Center de São Paulo (WTCSP). Concomitantemente ao desenvolvimento da região, observou-se também um aumento significativo da população, que passou a habitar as favelas ao longo do córrego Água Espraiada (Figura 8).



Figura 8: Favela na Av. Água Espraiada, atual Av. Jornalista Roberto Marinho (c. 2000).

Ao fundo, edifícios comerciais e de escritório, além do World Trade Center – região da Av. Eng. Luís Carlos Berrini. Fotografia: Fernando Stankuns.

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/stankuns/3814300667>

Durante a gestão do prefeito Jânio Quadros (1985–1988), o projeto de melhoramento urbano elaborado em 1964 (que já havia sido modificado pelo DER no início dos anos

1970) passou por uma nova reformulação, por estar desatualizado em relação à realidade de ocupação da época; assim como o projeto de drenagem, que previa a canalização do córrego Água Espraiada a céu aberto, com paredes e fundo de concreto. Com a chegada da gestão de Luiza Erundina (1989-1992), houve mais uma modificação no projeto, que ainda não havia sido executado na administração anterior. A retomada das obras teve início em 1990, no contexto de uma Operação Urbana – conceito que surgira pela primeira vez em São Paulo com o *Plano Diretor 1985/2000*, durante a gestão de Mário Covas (1983-1985). O objetivo desse instrumento urbanístico era viabilizar a produção de habitação popular, infraestrutura urbana e equipamentos coletivos, acelerando as transformações urbanísticas de acordo com as disposições do Plano (Montandon; Souza, 2007 *apud* Nobre, 2009).

A proposta elaborada pela EMURB era construir uma avenida pouco importante do ponto de vista do sistema viário e atrativa para o mercado imobiliário. [...] Pretendia-se construir uma via com certo *glamour*, com taludes de proteção arborizados e vias locais sinuosas, formando sete parques lineares. A EMURB acreditava que essa avenida seria a âncora da Operação Urbana, capaz de atrair os recursos necessários para tornar viável economicamente a resolução dos problemas de circulação, drenagem e habitação. Disso decorreria o caráter “progressista” do instrumento (Fix, 2001, p. 90).

Durante o mandato de Paulo Maluf (1993-1996), houve uma nova mudança na gestão do projeto da Operação Urbana. Inicialmente, o projeto estava sob responsabilidade da Câmara, porém, foi transferido para a EMURB. Nessa nova fase, o projeto sofreu alterações com o objetivo de transformar a avenida em uma via expressa, conectando a marginal do rio Pinheiros à rodovia dos Imigrantes. No ano de 1995, a administração municipal de São Paulo (PMSP) retomou a iniciativa de construir a avenida, e isso resultou em um ritmo acelerado de obras entre os meses de outubro de 1995 e março de 1996.

Durante este período, ocorreu a construção parcial do trecho da avenida localizado entre a margem do rio Pinheiros e a avenida Washington Luís, bem como a canalização do córrego Água Espraiada e a remoção parcial das favelas que existiam na região. Essas ações resultaram em um aumento de 30% no valor dos imóveis na área (NOBRE, 2009). Para evitar competição com a Operação Urbana Faria Lima, que estava em desenvolvimento e apresentava um desempenho imobiliário favorável, a PMSP optou por não utilizar o instrumento da operação urbana (uma vez que cada operação urbana tem como objetivo criar uma área mais atrativa para investimentos imobiliários em relação ao restante da cidade). Caso a Operação Urbana Água Espraiada fosse

aprovada, sua implementação coincidiria com o mesmo período da Operação Urbana Faria Lima, o que resultaria em uma competição entre essas duas áreas, considerando que o estabelecimento de um novo polo de atração adjacente não conferiria vantagens para o capital já consolidado na região da Berrini (Fix, 2001).

A promulgação do *Estatuto da Cidade* (Lei Federal nº 10.257/2001) desencadeou o surgimento das Operações Urbanas Consorciadas (OUC), introduzindo novas características, tais como: arrecadação antecipada por meio de Certificados de Potencial Adicional de Construção (CEPAC), definição prévia do programa de intervenções a serem implementadas e instituição do controle social, por meio de conselhos gestores participativos.

A primeira operação urbana aprovada dentro das novas diretrizes foi a Operação Urbana Consorciada Água Espreada (OUCAE), que foi regulamentada pela Lei Municipal 13.260/2001. Em seguida, ocorreu a revisão da Operação Urbana Faria Lima, que passou a se chamar Operação Urbana Consorciada Faria Lima (OUCFL) após a aprovação da Lei Municipal 13.769/2004. Ambas as OUCs estavam localizadas em áreas que já constituíam o eixo de maior expansão imobiliária e valorização da cidade, o que resultou em uma grande arrecadação financeira. Esses casos serviram como exemplos demonstrativos do significativo potencial arrecadatário desse modelo de arranjo urbano (Gueresi; Silva, 2023).

A implementação da Operação Urbana Consorciada Água Espreada (OUCAE) sofreu uma paralisação durante a gestão do prefeito Celso Pitta (1997–2000). No entanto, foi na administração da prefeita Marta Suplicy (2001–2004) que essa iniciativa foi efetivamente concretizada, por meio da aprovação da Lei 13.260/2001, que estabeleceu diretrizes urbanísticas para a área de influência da atual Avenida Jornalista Roberto Marinho, antiga Avenida Água Espreada, de interligação entre a Avenida Nações Unidas (marginal do rio Pinheiros) e a Rodovia dos Imigrantes, além de criar incentivos por meio de instrumentos de política urbana para sua implantação e instituir o grupo de gestão.

Ao longo do tempo, essa legislação foi sujeita a diversas modificações. Destacam-se a Lei Municipal 15.416, de 22 de julho de 2011, que promoveu diversas alterações nos melhoramentos propostos; a Lei Municipal 16.975, de 3 de setembro de 2018, que aprovou o Plano Urbanístico Complementar no setor Chucri Zaidan; e a Lei Municipal

17.541, de 21 de dezembro de 2020, que aprovou os Melhoramentos Públicos Complementares do Plano Urbanístico Chucri Zaidan.

A legislação vigente visa promover aprimoramentos e modificações em âmbito urbano, social e ambiental na região influenciada pela atual Av. Jornalista Roberto Marinho, antiga Av. Água Espreada. Dentre as principais intervenções previstas, destacam-se:

- Conclusão da avenida Jornalista Roberto Marinho até a Rodovia dos Imigrantes;
- Implantação de viadutos com acessos à atual Av. Jornalista Roberto Marinho: Av. Eng. Luís Carlos Berrini, Av. Santo Amaro, Av. Pedro Bueno e Av. George Corbusier;
- Implantação de conexões às ruas transversais, restringindo o acesso atual Av. Jornalista Roberto Marinho;
- Implantação de complexo viário, com pontes, interligando a atual Av. Jornalista Roberto Marinho com as marginais do Rio Pinheiros;
- Implantação de passarelas de transposição ao longo da atual Av. Jornalista Roberto Marinho;
- Implantação das vias locais margeando a atual Av. Jornalista Roberto Marinho.
- Implantação de unidades de Habitação de Interesse Social - HIS, com melhoramentos e reurbanização, assegurando-se o atendimento habitacional definitivo das famílias de baixa renda atingidas pelas obras e outras intervenções previstas nesta Lei, no perímetro desta Operação Urbana Consorciada;
- Prolongamento da Av. Chucri Zaidan até a Av. João Dias;
- Implantação de sistema de áreas verdes e de espaços públicos.
- Alargamento da Av. Washington Luís no trecho compreendido no perímetro desta Operação Urbana;
- Implementação de programas públicos de atendimento econômico e social para a população de baixa renda diretamente afetada pela Operação.

Para que seja possível realizar tais intervenções, é necessário obter recursos antecipadamente por meio da venda de Certificados de Potencial Adicional de Construção (CEPAC), que consistem em títulos emitidos pelo poder municipal para agentes privados que têm interesse em maximizar o aproveitamento de determinados terrenos dentro das OUCs. Normalmente, esses títulos estão associados à

verticalização dessas áreas e podem ser comercializados como ativos financeiros em mercados secundários (Reis, 2023). Essa modalidade de captação de recursos está prevista no *Estatuto da Cidade* (BRASIL, 2001) e é detalhada no *Caderno de Gestão 2017-2020 da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada*:

Na lógica da Operação Urbana Consorciada, o acesso dos investidores à concessão de índices e parâmetros urbanísticos adicionais aos previstos na Lei de Uso e Parcelamento do Solo (Lei Municipal 14.402/2016) para o território especificado em lei se dá por meio de compra, em LEILÃO PÚBLICO, de CEPAC – CERTIFICADO DE POTENCIAL ADICIONAL DE CONSTRUÇÃO. Os CEPACs constituem valores mobiliários sujeitos a regramentos da COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS – CVM (Autarquia Federal vinculada ao Ministério da Economia que disciplina e fiscaliza o mercado mobiliário, sobretudo, produtos de investimento negociados em bolsas e fundos).

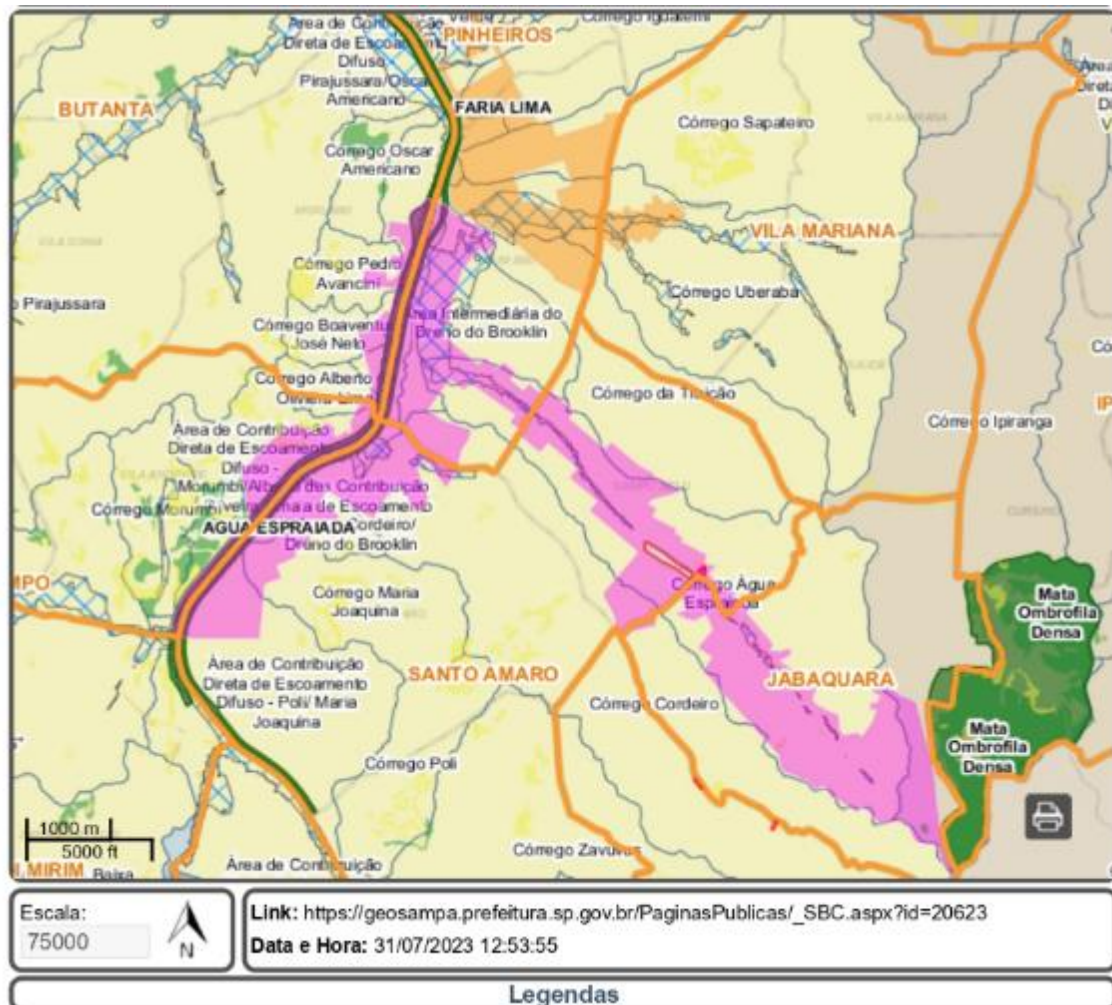
O CEPAC possui um VALOR MÍNIMO DETERMINADO EM LEI, podendo ser reajustado de acordo com as normativas previstas na lei específica da operação urbana consorciada e pode atingir PREÇO DE VENDA superior aos valores mínimos conforme o interesse e a concorrência dos investidores nas ofertas públicas de CEPAC lançadas. Uma vez alienados em leilão, os CEPACs podem ser negociados livremente no mercado secundário até que sejam VINCULADOS a um lote dentro do perímetro da Operação Urbana Consorciada (São Paulo; SP Urbanismo, 2020, p. 10)

Embora se apresentem como instrumentos urbanísticos destinados à requalificação urbana e supostamente capazes de resolver problemas de drenagem, circulação e habitação social em determinadas áreas da cidade, as operações urbanas só funcionam efetivamente em regiões de interesse imobiliário. Isso ocorre porque, na prática, o mercado imobiliário só se interessa por áreas que apresentem potencial de valorização que justifique a aquisição do potencial construtivo adicional. Além disso, ao permitir o uso dos recursos arrecadados exclusivamente dentro da própria área da operação urbana consorciada, esse mecanismo acaba por perpetuar a concentração de renda em áreas já privilegiadas, reforçando a lógica de reprodução do espaço com base no capital especulativo. Outro aspecto a ser considerado é o caráter excludente dessas operações, uma vez que priorizam grandes obras viárias, como pontes e túneis, que não necessariamente correspondem às reais necessidades da população em geral (Ferreira, 2017).

Visto que a obra da Água Espraiada não faz mais parte dos anéis viários da metrópole, seu benefício será local, privilegiando principalmente a região sudoeste da cidade, onde moram os estratos de mais alta renda, que sempre dispuseram de pesados investimentos do Poder Público em detrimento das regiões mais carentes da cidade (Nobre, 2009, p. 214):

Apesar de ter sido implementada apenas em 2001, é de conhecimento geral que o conjunto de intervenções viárias realizadas antes da implantação da OUCAE “poderia funcionar como alavanca para aprovação da OU” (Fix, 2001, p. 96). Essas intervenções

incluíam grandes projetos viários, como o prolongamento da atual Av. Jornalista Roberto Marinho (antiga Av. Água Espraiada), a canalização do córrego de mesmo nome e a construção do piscinão Jabaquara, inaugurado em 06/04/2000 durante a gestão de Celso Pitta, na qual a OUCAE está inserida (Figura 9).



Político-Administrativo	Bacia Hidrográfica	Remanescentes do Bioma Mata Atlântica	Operação Urbana
<ul style="list-style-type: none"> DIMS/MUNICÍPIOS HIDROGRAFIA LOGRADOUROS SUBPREFEITURAS DISTRITOS QUADRAS MARIAS 	<ul style="list-style-type: none"> Rio Tietê Rio Tamanduateí Rio Pinheiros Rio Juqueri Rio Capivari/Rio Branco Rio Cabuçu de Cima Guarapiranga Billings 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque Heterogêneo Campo Alto Montano Campo de Varzea e Veget Campos Gerais Mata Ombrofila Densa Mata de Varzea 	<ul style="list-style-type: none"> Água Espraiada Faria Lima Centro Água Branca Água Branca (perímetro expandido)
<ul style="list-style-type: none"> Municípios do Estado de São Paulo Subprefeituras 	<ul style="list-style-type: none"> Área Inundável Reservatório de Amortecimento Piscinões 	<ul style="list-style-type: none"> Parques e Unidades de Conservação - Estado Parques - Outras Secretarias 	

Figura 9: Mapa Digital da cidade de São Paulo – região da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada (31/07/2023).

Fonte: GeoSampa - <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>

O crescimento da cidade, tido como desordenado e responsável pela criação de problemas na metrópole, vai justificar a intervenção da engenharia na solução dos mesmos, de modo que ele é o meio para a reprodução de capitais específicos. Neste sentido, esta cientificidade procurava disciplinar o crescimento da metrópole. Sob esta insígnia transparece que não se trata de impedir o crescimento, mas torná-lo fonte de reestruturação do capital da construção civil. Este é o sentido da expressão “*disciplinar o crescimento da metrópole.*” Por isso mesmo, tudo o que aponta como problema exige uma solução mercantil para o mesmo, ou seja, o social aparece como meio de realização de mercadorias, pois ele apresenta como valor-de-uso necessário à realização do valor de troca. O trânsito, a poluição, a habitação, sob a lógica do problema, realizam-se como valores-de-uso contemporaneamente produzidos e submetidos à lógica da troca. São, portanto, momentos antitéticos de novas mercadorias, afinal, estas novas necessidades socialmente produzidas aparecem solucionadas na forma de projetos os quais se realizam mediante determinado custo (Alfredo, 1999, p. 85).

Segundo Canholi (2014), durante seus estudos dos conceitos desenvolvidos em sua tese, algumas alternativas foram apresentadas aos órgãos responsáveis pelo gerenciamento de drenagem do município de São Paulo (SIURB e EMURB), e resultaram na implantação do reservatório para controle de cheias do Pacaembu em 1995, um projeto de sua autoria. Essa iniciativa permitiu avançar com o detalhamento dos projetos do sistema Água Espreada/dreno do Brooklin e se tornou uma referência no combate às enchentes locais, assim como para a construção do Reservatório Água Espreada-Jabaquara e das obras de retenção dos córregos Guaraú e Bananal. Após a publicação de sua tese, a partir de 1998, coordenou o PDMAT - Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, elaborado pelo DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Governo do Estado de São Paulo), e se tornou uma referência nacional na implantação de “soluções **inovadoras** de drenagem urbana” (Canholi, 2014, p. 19, grifo nosso).

Desde então, essa abordagem tem se multiplicado a cada ano, como uma alternativa única de contenção de cheias, um fenômeno que pode ser comparado a uma verdadeira fábrica de piscinões. No entanto, é importante ressaltar que a maioria dos reservatórios construídos ainda segue os mesmos moldes da canalização, ou seja, são totalmente impermeabilizados (Blanes; Ross, 2004).

Durante décadas, a coleta e o transporte de águas pluviais têm sido realizados por meio de sistemas de drenagem convencionais, como retificações, canalizações e tamponamentos. No entanto, esses métodos tradicionais tratam a água da chuva como um mero resíduo a ser descartado rapidamente, sem considerar as questões ambientais relacionadas à qualidade da água, ao clima, à biodiversidade e à proteção ecológica. É amplamente reconhecido que os sistemas de drenagem urbana

convencionais existentes não são mais sustentáveis, devido aos colossais impactos ambientais gerados.

Também é importante ressaltar que a urbanização tem um impacto complexo no ciclo hidrológico, afetando praticamente todos os processos relacionados à água. A transformação da cobertura natural da bacia em pavimentos impermeáveis causa alterações significativas no comportamento hidrológico da região, resultando em diversos efeitos negativos, tais como: aumento repentino do volume de cheias, antecipação do pico máximo de vazão, aumento do escoamento superficial, redução da capacidade de infiltração do solo e diminuição do fluxo subterrâneo. Esses efeitos combinados provocam impactos expressivos nas características hidrológicas da bacia, acarretando consequências como enchentes mais frequentes e severas, escassez de água para abastecimento e outros problemas relacionados à gestão sustentável dos recursos hídricos.

A região da bacia do córrego Água Espreada, localizada na vertente direita do Rio Pinheiros, é composta por terraços fluviais de nível intermediário das colinas de São Paulo, baixos terraços fluviais do vale do Pinheiros e planícies aluviais do Pinheiros (Ab'Saber, [1957]:2007). Situa-se na zona sul do município de São Paulo, ocupando uma extensão de 11,3 km², o que representa aproximadamente 0,8% da área total do município.

A Prefeitura do Município de São Paulo, pela SIURB - Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras, em parceria com a FCTH - Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, por meio do contrato nº 008/SIURB/14, elaborou os *Cadernos de Bacias Hidrográficas* (PMSP, 2016) com o objetivo de fornecer informações para o planejamento e gestão do sistema de drenagem. Neste estudo, o horizonte de planejamento considerado baseia-se na ocupação máxima permitida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS - Lei nº 16402/2016).

Segundo o caderno referente ao Córrego Água Espreada, este tem sua nascente próxima à Rodovia dos Imigrantes e é inicialmente conhecido como Córrego Jabaquara. À medida que avança, encontra-se com o seu principal afluente, o Córrego Pinheirinho, e percorre a Av. Jornalista Roberto Marinho até desaguar no Dreno do Brooklin, localizado na Av. Eng. Luís Carlos Berrini (Figura 10).

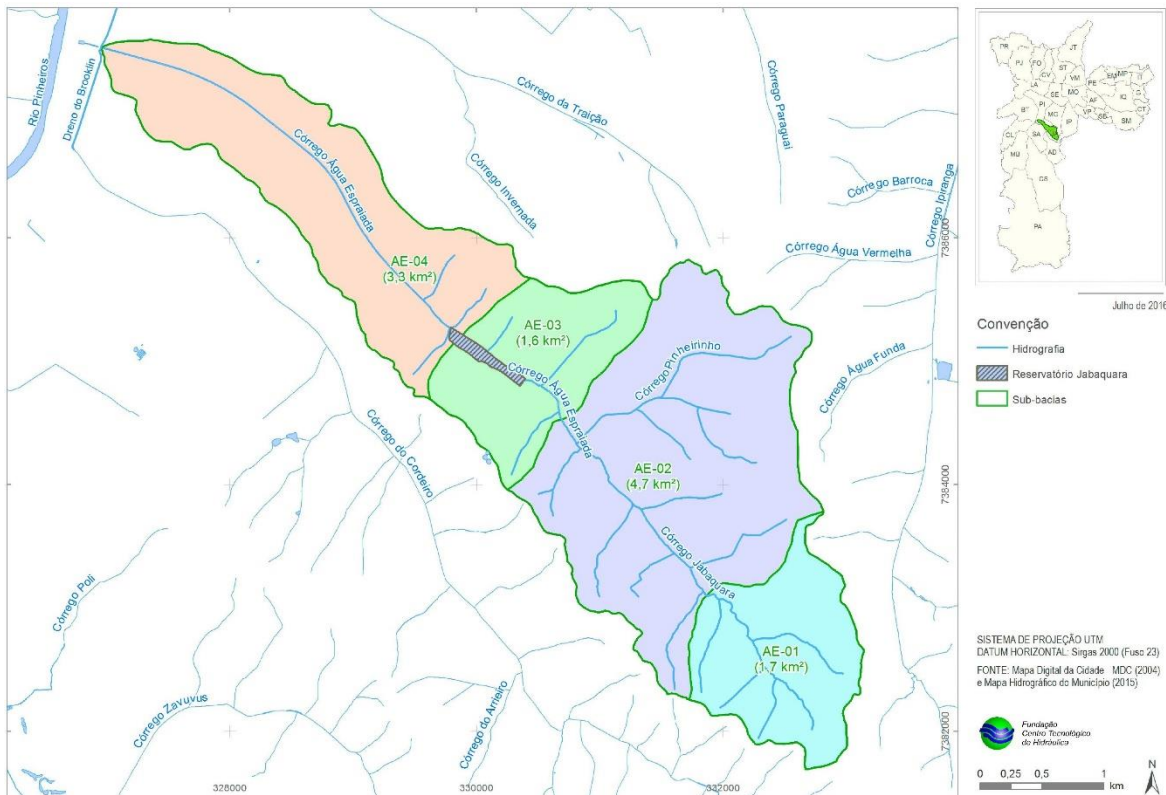


Figura 10: Percurso do Córrego Água Espraiada, São Paulo.

Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espraiada (PMSP, 2016)

O Dreno do Brooklin, por sua vez, é constituído por uma rede de galerias subterrâneas que se estendem sob as avenidas Eng. Luís Carlos Berrini e Dr. Chucri Zaidan. Sua função primordial é coletar as águas provenientes das bacias dos córregos Cordeiro, Água Espraiada e Traição. Esses córregos, devido às obras de reversão do curso natural do rio Pinheiros realizadas entre 1934 e 1957 para geração de energia, não escoam naturalmente para o canal do Rio Pinheiros, por estarem em uma cota mais baixa.

O dreno desempenha um papel essencial ao direcionar as águas desses córregos até o ponto de descarga, localizado logo a jusante da Usina Elevatória da Traição. A Figura 11 apresenta o perfil longitudinal dos córregos Jabaquara e Água Espraiada, destacando também a localização do Reservatório Jabaquara.

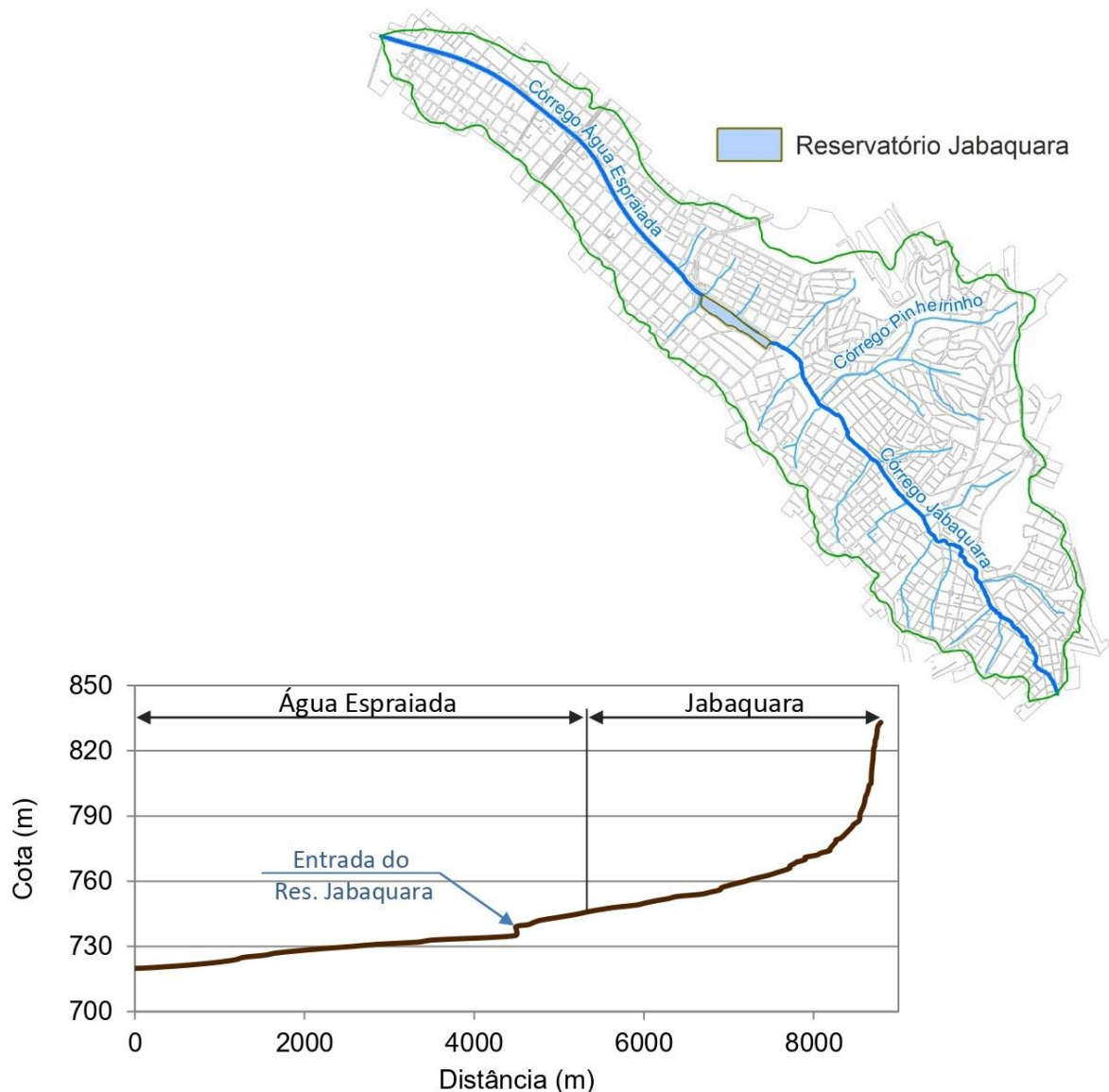


Figura 11: Perfil longitudinal dos córregos Jabaquara e Água Espreiada.
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreiada (PMSP, 2016)

A topografia da bacia é bastante variada, com altitudes que vão de 833 m na cabeceira até 720 m no exutório, como se pode observar no Mapa Hipsométrico (Figura 12). O reservatório de amortecimento é *in-line*, localizado na região intermediária da bacia, com a finalidade de proteger a área a jusante do córrego Água Espreiada. No entanto, existem áreas a montante do reservatório que estão sujeitas a inundações (Figura 13). De acordo com Blanes e Ross (2004):

[...] constatou-se que os moradores a jusante (região de alto nível socioeconômico) estão satisfeitos, por não sofrerem mais os efeitos das enchentes, enquanto os moradores a montante (região de médio/baixo nível socioeconômico) continuam marginalizados, isto devido aos vários pontos de alagamento que ainda existem (Blanes; Ross, 2004, p. 8).

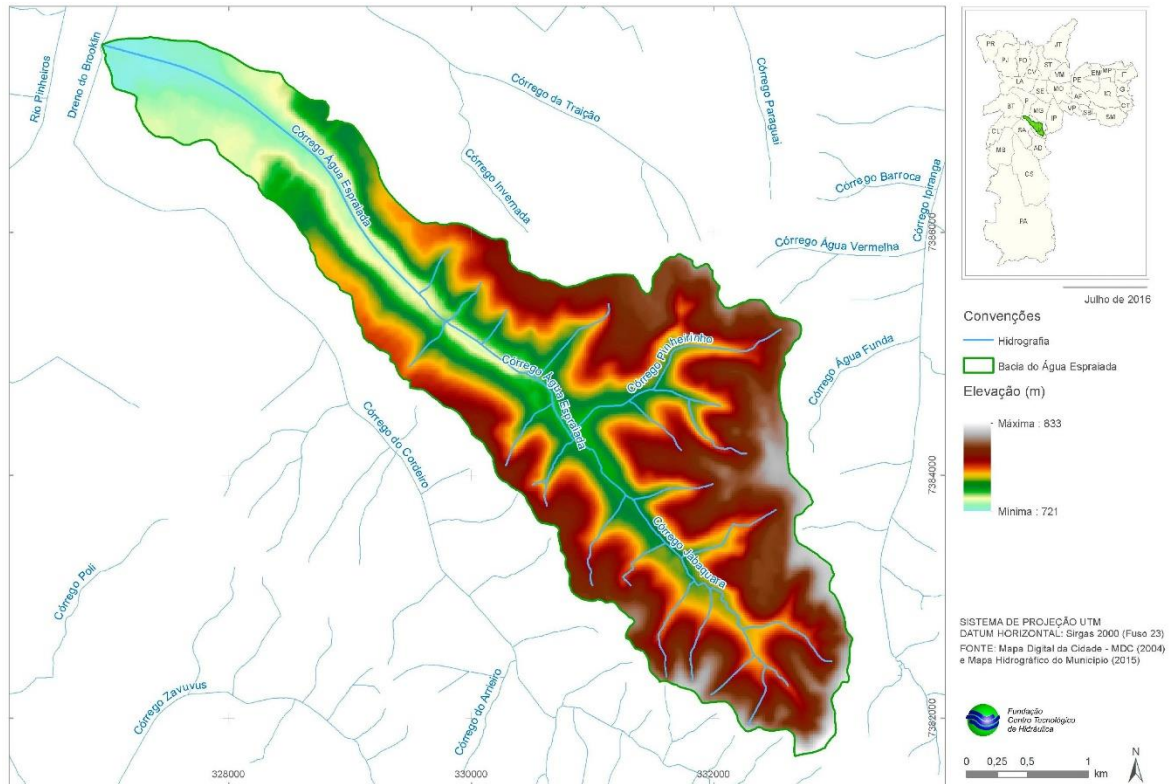


Figura 12: Mapa Hipsométrico - Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

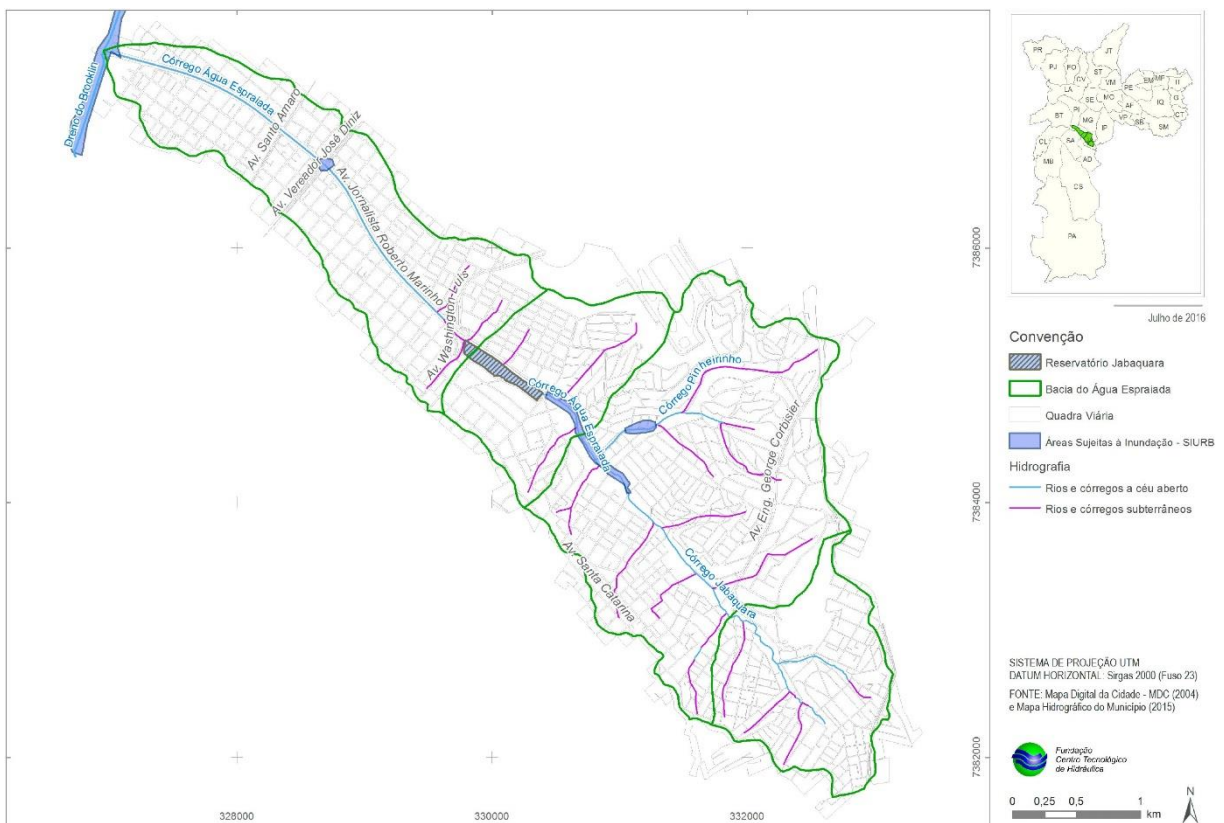


Figura 13: Diagnóstico das inundações - Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

O número de deflúvio, também conhecido como *curve number* (CN), é amplamente utilizado para prever o volume de água da chuva que esco superficialmente, levando em consideração o volume de precipitação. Esse dado é essencial no campo da engenharia para dimensionar redes de drenagem e estruturas relacionadas à água (Tassi *et al.*, 2006). A determinação do número de deflúvio baseia-se principalmente na análise dos dados de uso do solo e na classificação hidrológica do solo (Rezende, Ribeiro & Mendes, 2018). Ora, a caracterização hidráulico-hidrológica apresentada por Canholi (2014) revela um cenário de elevado grau de urbanização e, portanto, de impermeabilização das sub-bacias. Para realizar os estudos hidrológicos, adotou-se o número de deflúvio CN=95 (utilizando o método SCS - *Soil Conservation Service*). Já no Caderno da Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2016), a média de CN foi de 90, conforme pode ser observado na Figura 14.

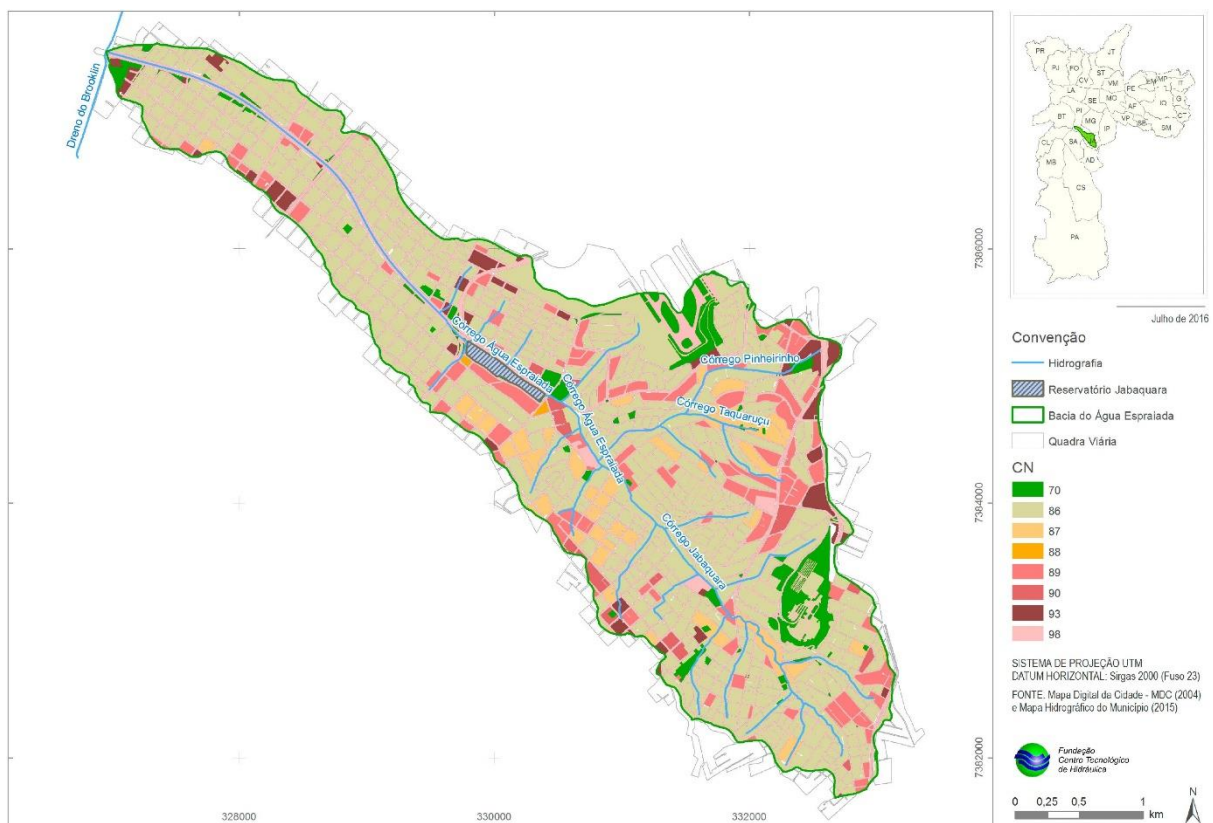


Figura 14: Curve Number (Deflúvio) – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

O Caderno da Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada também apresenta um mapa que demonstra a atual impermeabilização do solo (Figura 15) e outro que analisa a

impermeabilização máxima permitida (Figura 16). Essa análise leva em consideração o máximo de adensamento permitido e utiliza a taxa mínima de permeabilidade do solo estabelecida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS - Lei nº 16402/2016). É importante ressaltar que essa legislação permite ainda mais a impermeabilidade nas sub-bacias do Córrego Água Espriada.

Destaca-se, ainda, que o uso e ocupação do solo se referem à forma predominante como uma área específica do espaço geográfico é utilizada e ocupada pelos seres humanos, juntamente com as atividades que ocorrem nessa região (Figura 17).

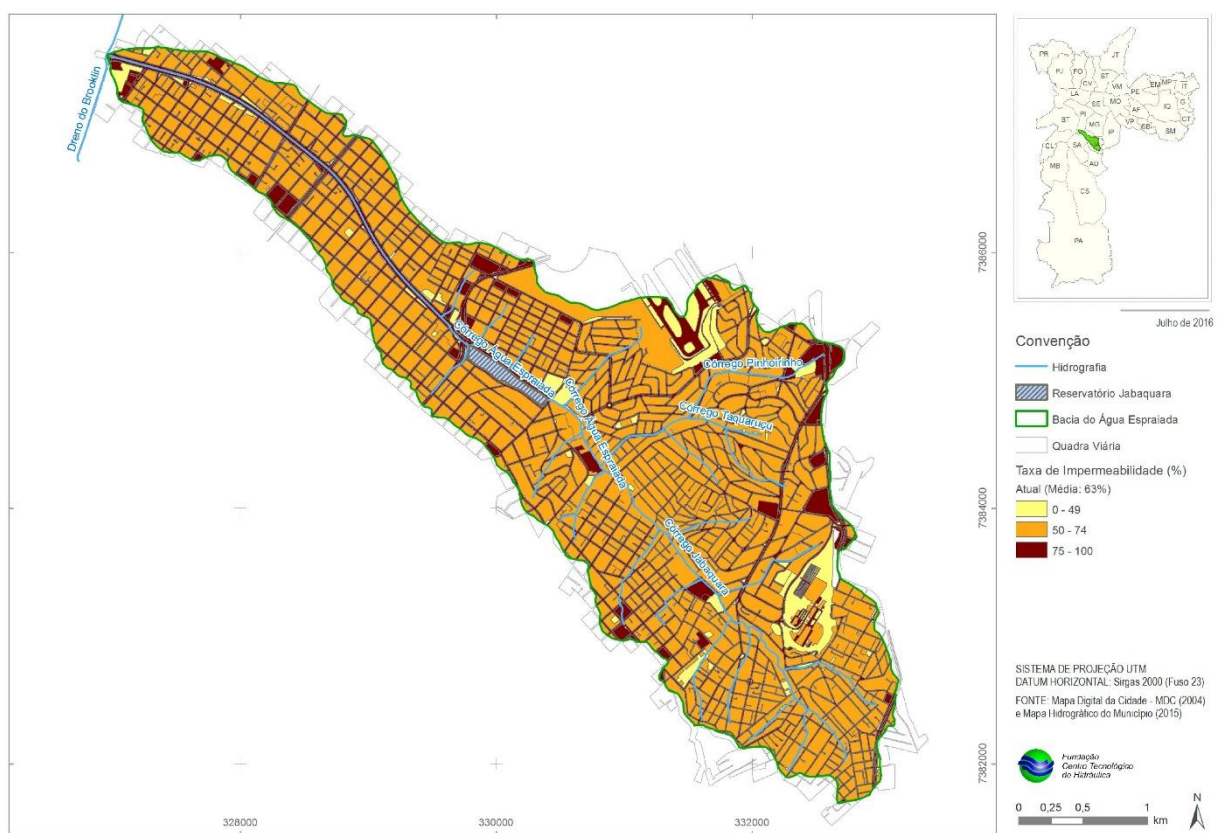


Figura 15: Mapa de impermeabilização do solo - Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espriada
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espriada (PMSP, 2016)

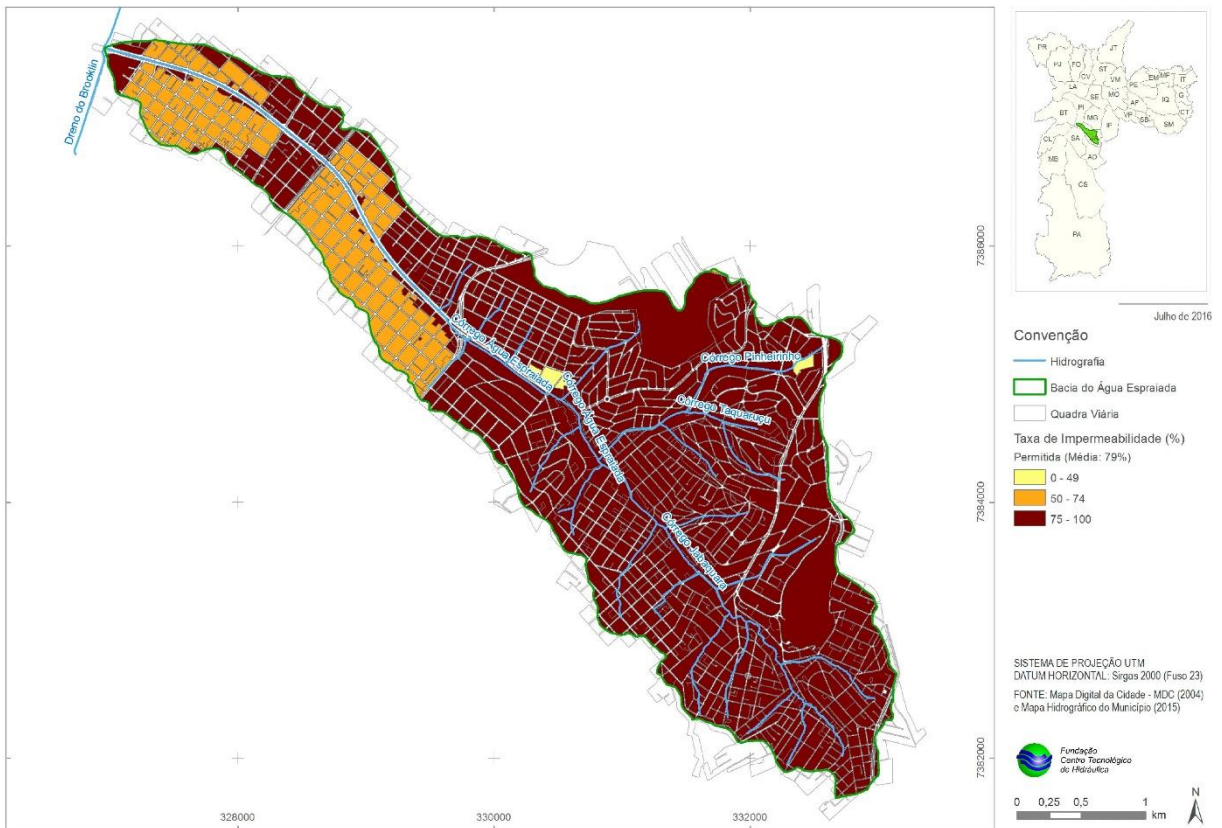


Figura 16: Impermeabilização máxima permitida – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

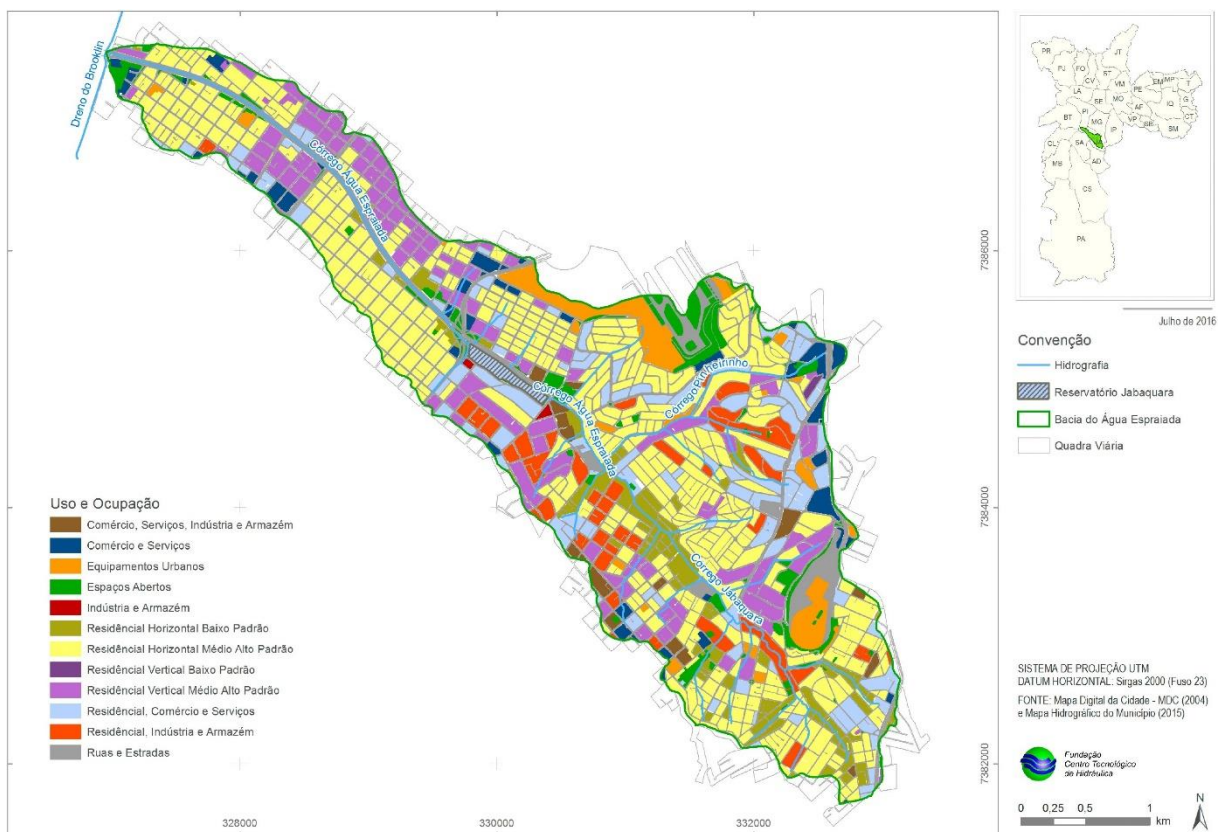


Figura 17: Uso e ocupação do solo – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

Na Tabela 1, estão apresentados os diversos usos observados na Bacia do Córrego Água Espreada, acompanhados de suas áreas correspondentes e da porcentagem que ocupam em relação à área total da bacia.

Tabela 1: Uso e ocupação do solo registrados na Bacia do Córrego Água Espreada

Uso e Ocupação	Área (km ²)	% Área da Bacia
Residencial Horizontal Médio e Alto Padrão	3,47	29,0
Ruas e Estradas	1,96	16,4
Residencial Vertical Médio e Alto Padrão	1,59	13,3
Espaços Abertos	1,06	8,8
Residencial e Comércio/Serviços	0,93	7,8
Equipamento Urbano	0,86	7,2
Residencial e Indústria	0,80	6,7
Residencial Horizontal Baixo Padrão	0,49	4,1
Comércio/Serviço	0,47	3,9
Comércio/Serviço e Indústria	0,30	2,5
Indústria	0,01	0,1
Residencial Vertical Baixo Padrão	0,01	0,1

Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

A partir dos dados apresentados, fica evidente que a bacia em questão passou por um processo de urbanização consolidado, resultando em uma escassez de áreas verdes (Figura 18). Além disso, é possível observar que apenas 8,8% da extensão total da Bacia do Córrego Água Espreada é classificada como "espaços abertos", sendo que a maior parte dessa parcela é ocupada pelo Aeroporto de Congonhas, cuja cabeceira está localizada dentro da bacia. Isso acarreta um alto coeficiente de impermeabilidade do solo, causado pelas pistas de pouso e decolagem. Como consequência, espera-se uma maior incidência de escoamento superficial, uma maior carga de poluentes provenientes das superfícies durante as chuvas e um aumento significativo na vazão máxima na região.

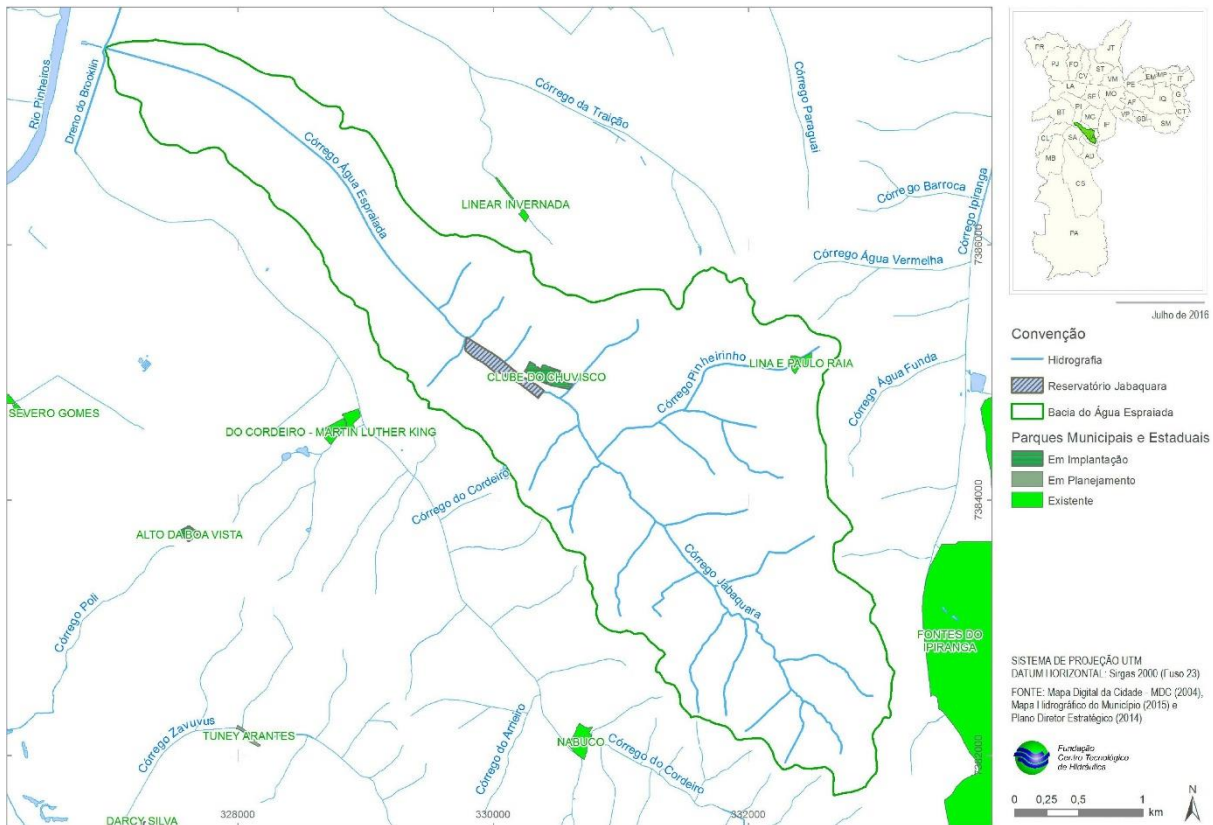


Figura 18: Áreas verdes e espaços abertos – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada

Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

O Caderno de Bacia Hidrográfica tem como objetivo fornecer informações essenciais para futuras discussões sobre o planejamento e gestão das bacias do município. Além disso, apresenta estudos que propõem alternativas para reduzir as inundações, levando em consideração um cenário de máxima impermeabilização. Nesse contexto, destaca-se a redução de 14% na operação do reservatório Jabaquara e a canalização proposta pela OUCAE.

Dessa maneira, quando apresentado o cenário completo, observa-se uma redução no desempenho hidráulico devido à implementação das obras de canalização em uma extensão total de 3.831 metros, bem como à redução da galeria prevista na OUCAE e à impermeabilização máxima permitida. É notável que, nesse cenário, ocorre uma redução significativa no grau de proteção a jusante do Reservatório Jabaquara, justificada pela canalização completa do canal a montante. Isso resulta em uma redução na capacidade de armazenamento nas seções transversais a montante do reservatório, o que, por sua vez, aumenta a vazão afluyente e diminui o grau de proteção a jusante do reservatório.

Devido à implantação do projeto da OUCAE e aos impactos previstos na bacia em relação às inundações, o Caderno de Bacia Hidrográfica apresenta duas alternativas complementares. Ambas consistem no controle do escoamento superficial por meio de ações estruturais de reservação, como a construção de canais de concreto, reforço de galerias, entre outros. A ênfase principal é manter um grau de proteção de 100 anos para a bacia do Córrego Água Espreada. No entanto, as estruturas de reservação foram projetadas de forma mais cuidadosa para se integrarem à paisagem, em vez de serem meros equipamentos de reservação para controle de cheias.

A primeira alternativa consiste no controle do escoamento superficial por meio de ações estruturais situadas nos córregos Jabaquara e Água Espreada (Figura 19), por meio de cinco estruturas de restrição de seção no córrego que fornecerão ao parque linear a função de reservação, e um reservatório de armazenamento de 96 mil m³, com uma classificação de índice de qualidade ambiental “Muito Alto” seguindo conceitos da FCTH, em relação à água como parte integrante do ambiente urbano (Figuras 20 e 21).

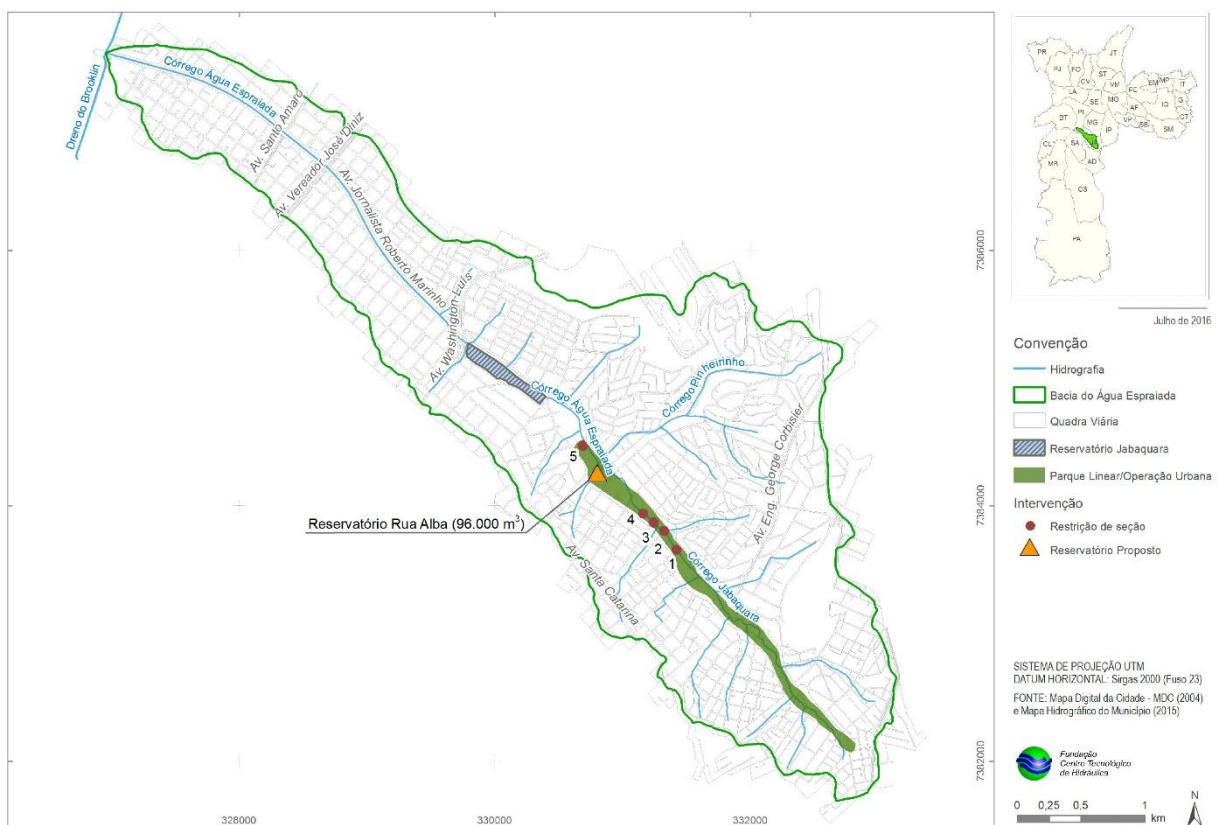


Figura 19: Ações estruturais situadas nos córregos Jabaquara e Água Espreada
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)



Figura 20: Localização das restrições de seção do Parque Linear
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espriada (PMSP, 2016)



Figura 21: Localização das restrições de seção do Parque Linear
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espriada (PMSP, 2016)

A segunda alternativa compreende um reservatório aberto em concreto na altura da Rua Alba, com capacidade de 111 mil m³ e paredes diafragma atirantadas, de forma complementar às obras em curso (Figuras 22, 23 e 24).

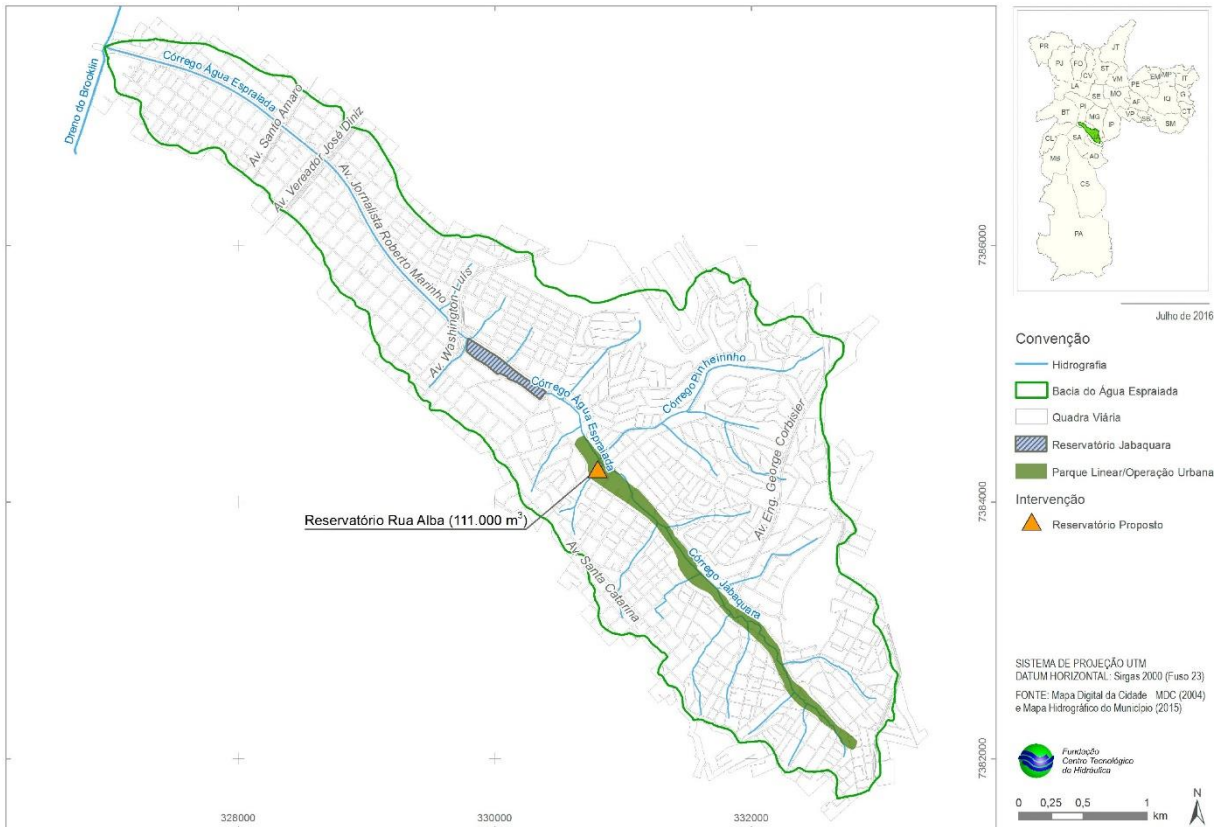


Figura 22: No triângulo em laranja, a localização do Reservatório proposto.
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)



Figura 23: Localização do Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espreada.
Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)



Figura 24: Perspectiva do Reservatório de armazenamento no Córrego Água Espriada.

Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espriada (PMSP, 2016)

Neste contexto, é possível identificar nestas propostas uma sutil mudança de paradigma, em que as águas deixam de ser ocultadas ou afastadas com rapidez; ou, mesmo quando armazenadas, são tratadas com indiferença em relação ao seu entorno, e geralmente entram em conflito com as características do local onde são instaladas, tornando-se elementos desestruturantes do ambiente em seu entorno.

Destaca-se que a incorporação do zoneamento de inundação associado ao risco hidrológico pode trazer benefícios à convivência com a água no ambiente urbano. Para isso recomenda-se a incorporação deste conceito no Plano Diretor Estratégico – PDE (Lei nº 16.050/2014), o qual fornece diretrizes para a legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo – LPUOS visando atender aos objetivos e diretrizes estabelecidos para as macrozonas, macroáreas e rede de estruturação da transformação urbana.

A introdução desse conceito de convivência com a água no âmbito do Caderno de Bacia Hidrográfica tem como objetivo trazer elementos para futuras discussões sobre o zoneamento de áreas inundáveis associado ao risco hidrológico. Esta discussão pode ser adequada no ordenamento territorial da cidade de São Paulo como uma Área de Intervenção Urbana.

Recomenda-se, para futuras revisões da Lei de Zoneamento, a inclusão dessas zonas de inundação como elemento técnico a ser observado na especificação do conjunto de regras que define quais atividades podem ou não serem instaladas e como os imóveis devem ser construídos nessas áreas. Esta ação permite a convivência adequada com as inundações, reduzindo as perdas materiais, os riscos de vida e os custos com a transferência de população. (PMSP, 2016, p. 116).

Nesse sentido, Spirn (1995) aponta:

Para aproveitar as oportunidades inerentes ao ambiente natural da cidade, para ver além dos custos e benefícios a curto prazo, para perceber as consequências das inúmeras ações aparentemente desconexas que fazem o dia a dia da cidade, e para coordenar milhares de ações incrementalistas, é necessária uma nova

atitude para com a cidade e sua conformação. A cidade precisa ser reconhecida como parte da natureza e ser projetada de acordo com isso. A cidade, sua periferia e o campo precisam ser vistos como um único sistema em evolução dentro da natureza, como cada edifício e parque devem ser vistos dentro daquele todo maior. O valor social da natureza precisa ser reconhecido e seu poder, mais do que combatido, deve ser aproveitado. A natureza na cidade precisa ser cultivada como um jardim, em vez de ser ignorada e subjugada. (Spirn, 1995, p. 21).

O ser humano, ao longo de sua existência, tem explorado o nosso planeta de forma incansável, dominando todas as espécies, devastando florestas e conquistando rios e mares. No entanto, essa busca incessante pelo domínio tem levado a natureza à beira da extinção. Os recursos ambientais, tanto os ecológicos quanto os sociais, estão intrinsecamente ligados e interdependentes. A pobreza, o crescimento desenfreado da população, a destruição dos recursos naturais e a degradação do meio ambiente são fatores que caminham juntos (Franco, 2001).

As mudanças climáticas e físicas são inegáveis e perceptíveis. Se no passado as cidades ainda contavam com belos jardins, essa realidade está se tornando cada vez mais rara. O meio urbano está se transformando em um ambiente artificial, construído a partir dos resquícios da natureza primitiva, que são gradualmente encobertos pelas obras humanas (Santos, 1988). As alterações provocadas pela ação humana são evidentes quando vistas do espaço, quantificáveis na atmosfera terrestre e tangíveis para todos por meio das transformações no clima global. Essas mudanças e os avanços urbanos sem precedentes conduzirão a humanidade a reexaminar suas concepções e entendimentos mais profundos em relação à natureza.

CAPÍTULO 3 – PISCINÃO PARA QUÊ?

O tema deste estudo vai de encontro ao resultado de inúmeras passagens pelas quais a urbanização do município de São Paulo foi permeada: o café, o trem, a energia, a indústria, os automóveis, os serviços, a especulação imobiliária, a política e seus interesses. Todos sob a mesma base fundamental, e pela qual a cidade se desenvolveu e se desenvolve, sob a premissa da (re)produção do capital. Sob essa égide, São Paulo sofre com as consequências das retificações dos rios, das ocupações das várzeas, tamponamentos, canalizações de seus rios e córregos e impermeabilizações das áreas livres de construções. A implantação das infraestruturas de drenagem foi gerida em descompasso à ocupação urbana sem acompanhar o processo de urbanização do território, deixando que os requisitos específicos do escoamento superficial fossem abordados de maneira acessória (Abril, 2017). Da mesma maneira, os reservatórios de amortecimento de cheias são tratados como estruturas independentes, acrescentadas após a urbanização, para remediar a impermeabilização excessiva do solo e a ocupação de áreas de várzea na estrutura urbana existente.

Dado que os reservatórios de amortecimento de cheias, conhecidos como "piscinões", podem acarretar consigo uma série de impactos ambientais, decorrentes da frequente necessidade de modificar o cenário natural – incluindo a remoção de vegetação autóctone e a alteração da morfologia do entorno, o que pode acarretar desdobramentos adversos na biodiversidade e nos ecossistemas locais. Paralelamente, o uso da terra sofre interferências, à medida que essas estruturas alteram a paisagem urbana e competem por espaço com outras atividades citadinas, como edificações e áreas destinadas a recreação e espaços verdes. Isso, por sua vez, suscita ponderações acerca da gestão do solo e da preservação da estética regional.

A qualidade da água também é uma vertente preocupante. A água acumulada nesses reservatórios pode estagnar, gerando condições propícias à proliferação de algas e insetos, além de constituir um ambiente propício à disseminação de doenças transmitidas por vetores. Adicionalmente, a necessidade de manutenção constante emerge como uma consideração crucial. É imperativo realizar a limpeza de detritos, remover sedimentos e exercer o controle de vegetação indesejada para assegurar que essas estruturas operem com eficácia, mantendo sua capacidade de armazenamento e funcionalidade inalteradas (Figura 25).



Figura 25: Piscinão Jabaquara – Limpeza antes do fechamento pela Linha 17 – Ouro do Metrô

Fonte: PMSP - <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/comunicacao/noticias/?p=119363>

Os impactos sociais representam outra dimensão a ser abordada. A implementação de piscinões pode afetar comunidades locais, resultando em deslocamentos de residentes e alterações no contexto social e cultural das áreas circunvizinhas. Por outro lado, o aspecto financeiro não pode ser subestimado. A construção e a manutenção desses reservatórios podem demandar recursos substanciais, abrangendo não somente fundos financeiros consideráveis, mas também materiais e mão de obra significativos, tanto durante o processo construtivo quanto para a sua operação regular.

Portanto, torna-se essencial aprimorar a retenção das águas pluviais com a aplicação de medidas de desimpermeabilização e outras intervenções técnicas. Tipicamente, a drenagem é realizada de forma centralizada, em um processo conhecido como macrodrenagem, por meio da construção de novos canais e galerias pluviais ou da expansão dos já existentes. Isso inclui a criação de reservatórios de retenção, como os conhecidos "piscinões", que podem ser áreas abertas ou subterrâneas em concreto, projetados para liberar as águas pluviais de maneira controlada após as chuvas intensas, com o propósito de supostamente resolver os problemas de enchentes para as próximas décadas. No entanto, essas soluções envolvem custos substanciais (estima-se que seja necessário um investimento de aproximadamente US\$ 9 bilhões apenas para a cidade de São Paulo) e demandam um tempo considerável para sua implementação. Além disso, existe o risco de não alcançarem plenamente ou apenas parcialmente o efeito desejado (Campos, 2008).

Tais considerações ressaltam a complexidade intrínseca à implementação de reservatórios urbanos, destacando a importância de abordagens ponderadas e planejamento meticuloso, que avaliem atentamente os impactos e benefícios em diversas dimensões.

Entretanto, é fundamental destacar que a drenagem ideal é aquela que gerencia o escoamento de maneira a não causar impactos negativos, nem nas áreas de implementação do projeto, nem nas áreas a jusante. Uma das alternativas para a solução do problema das enchentes urbanas, talvez a mais eficiente e econômica, refere-se à redução e retardamento do deflúvio direto, com o uso de dispositivos redutores no escoamento urbano, como microrreservatórios em lotes, pavimentos permeáveis e trincheiras de infiltração, em que permite a redução de uma parte dos impactos devido à urbanização e quando associados à rede de drenagem podem possibilitar a diminuição da frequência e intensidade das cheias urbanas. A concepção destes dispositivos baseia-se na redução parcial ou total do volume escoado de precipitações de projeto antes que este atinja a rede convencional existente, ou seja, sua aplicação é realizada no interior de lotes, nos passeios, estacionamentos e praças ou parques. (Campos, 2008).

A CETESB (1986) elenca uma série de medidas que possibilitariam o armazenamento das águas pluviais, sob o ponto de vista da redução e retardamento do deflúvio direto, visto que isto reduziria o custo global das obras públicas de drenagem, como cisterna, jardim suspenso, reservatório com espelho d'água permanente, armazenamento em telhados, pavimento permeável, canais gramados, faixas de terreno com vegetação, armazenamento e detenção em pavimentos impermeáveis e reservatórios de detenção.

Ante o exposto, pretende-se demonstrar por meio desse estudo que a premissa em manter 15% de áreas livres permeáveis no intra-lote e fazer uso de tipologias de infraestrutura verde, tem por objetivo reduzir o escoamento direto para o sistema público de drenagem, tornando os lotes capazes de absorver e reter as águas da chuva, resultando na aprimoração da drenagem urbana, bem como obter todas as vantagens decorrentes da utilização de vegetação em áreas urbanas, contrastando com a abordagem de empregar extensivamente piscinões, como tem-se apresentado.

A infiltração configura-se como um processo de relevância primordial, desempenhando um papel preponderante na alimentação dos reservatórios subterrâneos, contribuindo com uma parcela substancial do abastecimento hídrico dessas reservas. Como tal, a compreensão aprofundada dos mecanismos subjacentes à infiltração e subsequente redistribuição desempenha uma função crítica em diversos domínios do planejamento de recursos hídricos.

É pertinente destacar que uma parcela substancial do estímulo que impulsiona a investigação da infiltração advém da urgente necessidade em reduzir uma parcela da

precipitação que não logra se infiltrar e é prontamente conduzida como escoamento superficial difuso em direção aos cursos d'água, exercendo uma influência significativa sobre as respostas imediatas dos corpos fluviais. Em solos expostos à compactação, a capacidade de absorção de água é reduzida, resultando em um aumento do escoamento superficial. Esse fenômeno é influenciado por diversos fatores físicos, incluindo intervenções humanas que afetam o ciclo hidrológico e alteram os processos naturais. No entanto, esse fluxo de água tem o potencial de causar erosão do solo e desencadear inundações, destacando a importância de compreender as dinâmicas de absorção de água como uma abordagem essencial para mitigar tais eventos indesejados.

Nesse sentido, será apresentada uma análise entre a capacidade de reservação do Piscinão Jabaquara e a área potencial de permeabilidade na fonte intra-lote calculado pelo coeficiente de permeabilidade resultando na determinação da capacidade de absorção do solo, permitindo, assim, uma estimativa do volume cúbico de água captada na fonte, com o objetivo de ilustrar o potencial de redução do escoamento superficial.

O reservatório de detenção do Jabaquara é *in-line*, projetado inicialmente para uma capacidade de 363.000 m³, com base e laterais impermeáveis. Em 2013, foram iniciadas obras para seu recobrimento para construção do pátio de manobras do monotrilho da Linha 17 - Ouro do Metrô. Foi estimada uma redução de 14%, ou seja, cerca de 295.000m³ de reservação, devido à construção dos pilares da estrutura do pátio de manobras e do depósito de sedimentos no leito do reservatório (Figura 26).



Figura 26: Construção do pátio de manobras do monotrilho da Linha 17 - Ouro do Metrô (2019)

Fonte: <https://noticiando.net/tag/patio-agua-espraiada/>

Para a realização do levantamento da área de interesse intra-lote, o presente estudo utilizou como base o Mapa Digital da Prefeitura do Município de São Paulo. Os arquivos foram obtidos em formato DXF/DWG no portal GeoSampa (Figura 27). Esses arquivos são gerados por programas associados ao software de desenho assistido (AutoCAD® Autodesk®), amplamente utilizado para elaboração, edição e troca de informações em projetos. Isso permite que os dados sejam facilmente manipulados para realizar os levantamentos necessários e até mesmo importados em Sistemas de Informações Geográficas.



Figura 27: Exemplo de uma folha cartográfica mostrando as Quadras dos Setores – SQL
Fonte: elaborado pela autora (2023), com base nos dados do portal GeoSampa.

A Prefeitura do Município de São Paulo trabalha com uma divisão administrativa baseada em Setores, Quadras e Lotes (SQL). Para este estudo, utilizou-se as informações sobre

os setores e quadras, traçando polígonos quadra a quadra, e atribuindo a elas sua nomenclatura de setor e quadra (SQ). Essa abordagem permitiu calcular as áreas internas de cada quadra.

Após essa etapa, os dados obtidos foram transferidos para um software de planilha eletrônica, a fim de calcular os valores das áreas totais e, conseqüentemente, as áreas de permeabilidade mínima permitida pelas leis consultadas, bem como os perímetros das quadras. Verificou-se que a área da bacia está localizada em sete setores: 047, 085, 086, 089, 091, 172 e 310 (Figura 28).

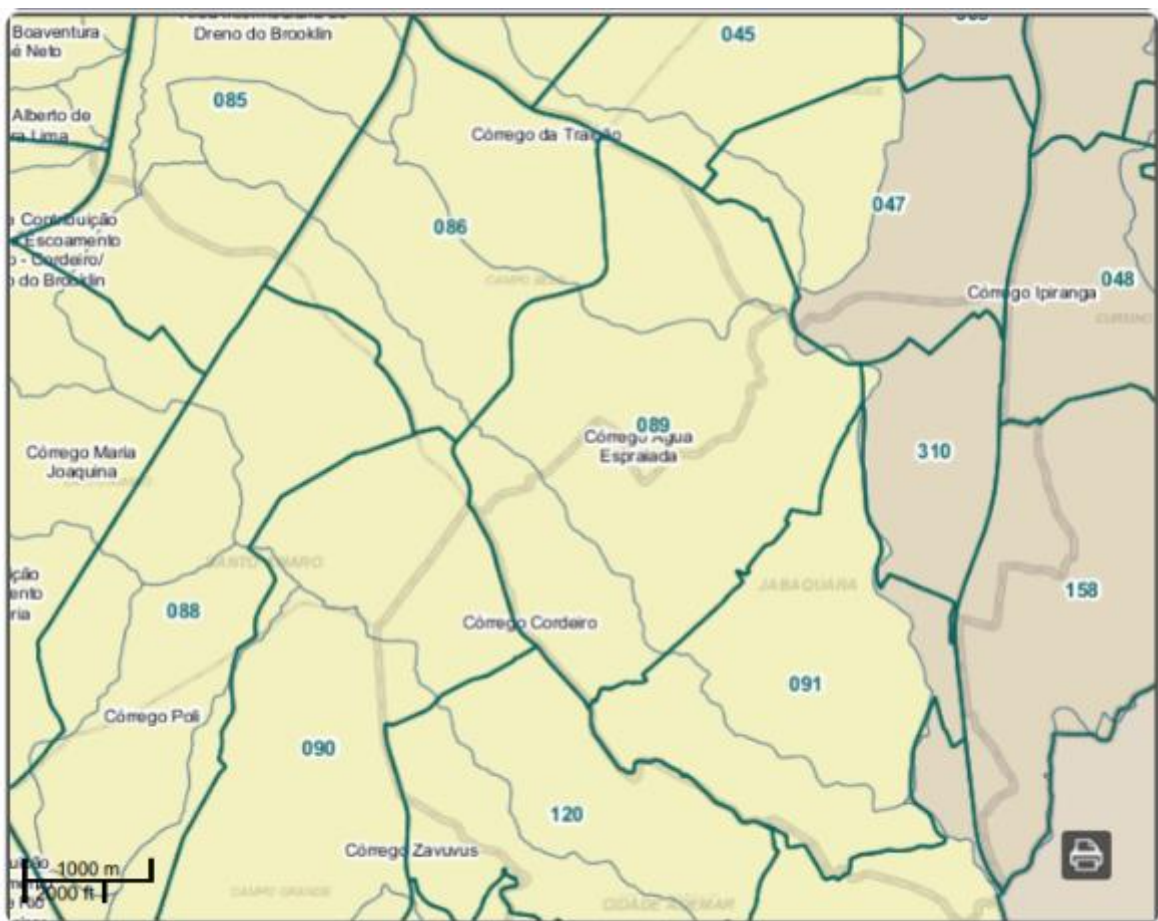


Figura 28: Setores que fazem parte da Bacia do Córrego Água Espraiada
Fonte: elaborado pela autora (2023), com base nos dados do portal GeoSampa.

Por meio destes levantamentos, foi possível obter as áreas das quadras que fazem parte da Bacia do Córrego Água Espraiada, totalizando 799 quadras, com 8.364.155 m² de área total, e área mínima de 15% de permeabilidade exigida pela legislação que corresponde a 1.254.623 m². Somando-se as áreas de espaços abertos, obteve-se 2.314.623 m² de área permeável potencial e perímetro de 360.535 metros, conforme poderá ser verificado na Tabela 2.

Tabela 2: Áreas das quadras que fazem parte da Bacia do Córrego Água Espreada

Quadra	47	85	86	89	91	172	310	Total
Área Total	15.744,17	641.339,50	1.290.946,78	3.922.401,32	2.424.819,27	19.667,90	49.236,28	8.364.155,21
Área Potencial	2.361,63	96.200,92	193.642,02	588.360,20	363.722,89	2.950,18	7.385,44	1.254.623,28
Perímetro	845,89	30.326,35	58.647,96	161.173,67	104.205,96	1.812,23	3.522,95	360.535,00

Fonte: elaborado pela autora (2023), com base nos dados do portal GeoSampa.

Para a análise física do solo, que inclui a porosidade, textura, estrutura e umidade, fatores essenciais para a permeabilidade do solo, foram conduzidos testes granulométricos no Laboratório de Mecânica dos Solos (LMS) do Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica (PEF) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Esses testes foram fundamentais para compreender as características do solo e como a água se movimenta nele.

O conhecimento detalhado do processo de infiltração de água é de suma importância para a implementação de técnicas de manejo do solo, tratamento de efluentes líquidos, recarga dos lençóis freáticos e mitigação do escoamento superficial. Compreender como a água penetra no solo possibilita a adoção de medidas adequadas para otimizar o uso da água, proteger os recursos hídricos e minimizar os impactos negativos da impermeabilização urbana. A permeabilidade do solo é um atributo físico fundamental que indica a qualidade do solo, pois está relacionada à facilidade com que a água pode se mover através dele.

A água presente nos espaços vazios de um meio permeável pode ocorrer de duas formas: como água retida, aderente à fase sólida por forças físico-químicas e capilares, e como água livre, que escoar sob a influência da gravidade. A passagem lenta de um líquido através do solo denomina-se percolação, e esse processo de infiltração é essencial para o ciclo hidrológico e da qual depende diretamente das características físico-hídricas do solo, como a condutividade hidráulica, e das suas propriedades físicas, como textura e porosidade.

A textura do solo é de grande importância no seu comportamento físico, hídrico e químico, sendo determinada pela proporção dos componentes granulométricos da fase mineral do solo, como areia, silte e argila. A classificação da textura do solo segue um padrão específico, conforme estabelecido pela EMBRAPA (2018).

A granulometria é um parâmetro de suma importância para se determinar a capacidade de absorção do solo. Tal parâmetro refere-se à distribuição das diferentes frações de tamanho das partículas presentes no solo, tais como areia, silte e argila. Por meio da análise granulométrica, é possível identificar a proporção de cada fração no solo, o que exerce uma influência direta sobre as suas propriedades físicas e hidráulicas. Dessa forma, configura-se como uma informação de caráter fundamental para a compreensão e gestão da capacidade de absorção do solo em diferentes contextos, tais como agricultura, engenharia civil, manejo de recursos hídricos e planejamento urbano. Com base nesses conhecimentos, torna-se possível tomar decisões embasadas sobre o uso do solo e implementar práticas adequadas para a conservação e aproveitamento sustentável da água.

Para tanto, foram selecionados nove pontos (Figura 29) para os ensaios em campo, considerando as cotas de nível (m) distintas entre elas, conforme apresentado em seguida na Tabela 3.

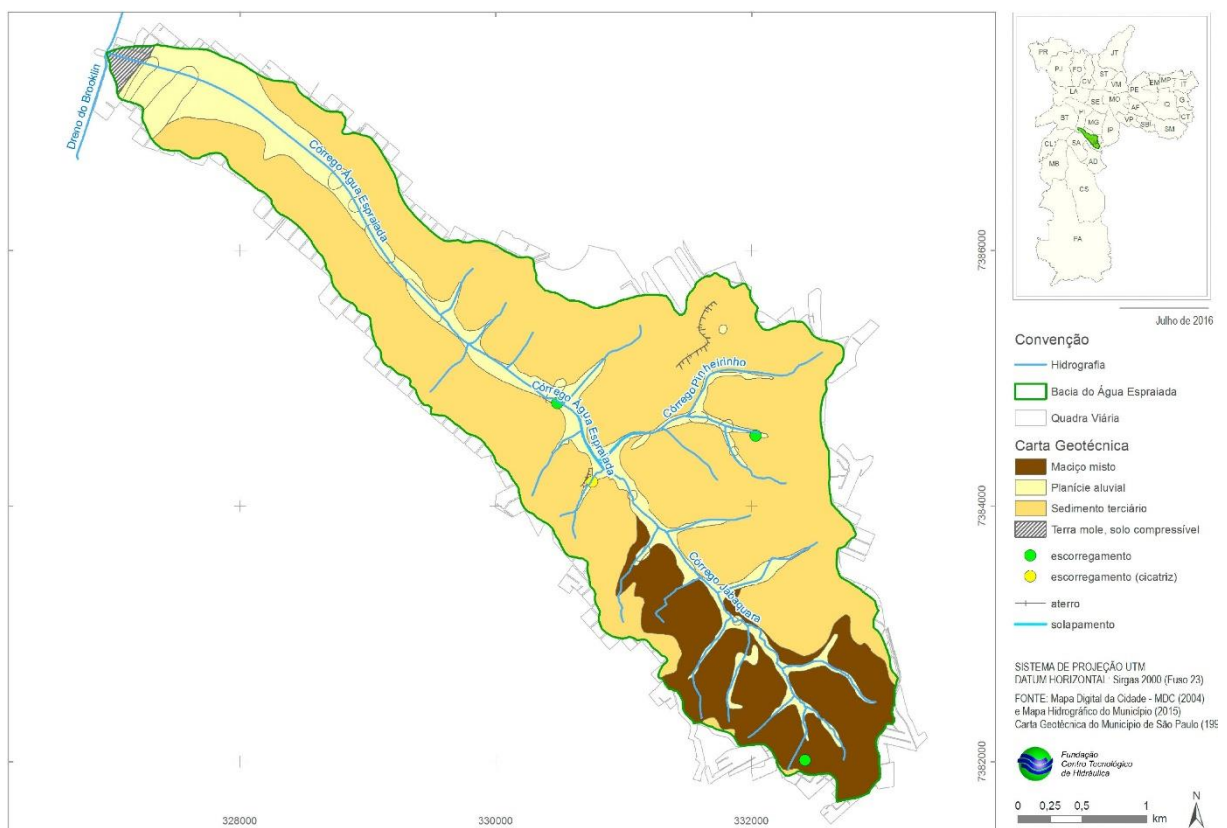


Figura 29: Pontos selecionados para os ensaios em campo.

Fonte: Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada (PMSP, 2016)

Tabela 3: Áreas livres públicas dentro da bacia hidrográfica córrego Água Espreada

Nr	Endereço	Cota
1	Praça Arlindo Rossi	723,38
2	Praça dos Libaneses	724,03
3	Praça José Anthero Guedes	724,14
4	Praça Ubirajara Medeiros	724,47
5	Praça Alexandre Issa Maluf	726,00
6	Praça Moyses Cury	727,29
7	Praça Presidente Camille Chamonn	728,00
8	Praça Julia Bechara Curi	728,99
9	Praça André Pucca	729,17
10	Praça Dr. Decio Cinelli	731,14
11	Praça Cidade de Amman	731,93
12	Praça Friedrich Naumann	737,21
13	Praça Sérgio Tondi Júnior	737,91
14	Praça João da Cunha Marques	738,90
15	Praça José Blota Júnior	740,40
16	Praça Durval Pereira	745,00
17	Praça Professor Alipio Correio Neto	757,00
18	Praça Jorge Alves Brown	758,88
19	Praça Elisiário Barbosa	759,76
20	Praça Accacio Ramos	763,45
21	Praça Mal. Sousa Aguiar	767,50
22	Praça Isidoro Machado	770,42
23	Praça Serafina Grancoli Vicentine	772,00
24	Praça Olga Simon Poyares	773,29
25	Praça Sami Daoud Gebara	773,77
26	Praça Comendador Antonio Sanches	776,00
27	Praça Des. Godoi	779,49
28	Praça Nicolau Weber	781,00
29	Praça Lina de Paula Raia	782,74
30	Praça Caio Egdio de Souza Aranha	785,00
31	Parque Lina de Paula Raia	787,00
32	Praça Isaac Oliver	792,56
33	Praça Soichi Mabe	796,20
34	Praça Francisco Rego Monteiro	796,35
35	Praça Alfredo Egdio de Souza Aranha	801,00
36	Praça Seicho Nole	802,54
37	Praça Hachiro Miyazaki	804,00
38	Praça Dr. Vitorino Prata Castelo Branco	808,82
39	Praça José da Conceição Meirelles	813,00
40	Praça Dr. Aécio Mennucci	815,00

Fonte: elaborado pela autora (2023), com base nos dados do portal GeoSampa.

Foram retiradas amostras dos nove pontos selecionados (Figura 30), as quais foram utilizadas para os ensaios granulométricos, a fim de determinar a distribuição por tamanhos das partículas do solo.



Figura 30: Amostras de solo coletadas para os ensaios granulométricos;
Fonte: Acervo pessoal da autora (2023).

O método utilizado foi a análise granulométrica conjunta, que corresponde tanto ao peneiramento quanto à sedimentação, conforme as normas ABNT: NBR 7181 (Solo: Análise granulométrica), NBR 5734 (Peneiras para ensaio: especificação) e NBR 6457 (Amostras de solo: Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização).

Esse tipo de análise é a mais utilizada, pois permite definir o percentual de grãos mais grossos (pedregulho, areias grossa, areia média e fina) e também determinar os mais finos, permitindo a distribuição completa da amostra. O Objetivo da análise granulométrica é dividir essas partículas em grupos pelas suas dimensões (frações de solo) e determinar suas proporções relativas ao peso total da amostra. A análise granulométrica é o ensaio básico de laboratório, necessário à identificação de um solo, pelos sistemas de classificação adotados na Engenharia de solos.

Os equipamentos e acessórios utilizados foram: série de peneiras; peneirador; balança sensível a 0,1 g; cápsulas metálicas; estufa que mantenha a temperatura entre 105°C e 110°C; proveta de vidro graduada até 1.000 ml; dispersor com copo de chicanas finas;

cronômetro com precisão de 1 s; solução de hexametáfosfato de sódio; densímetro de bulbo simétrico e calibrado; termômetro até 50°C, graduado em 1°C; e pinças metálicas.

Foram executados os procedimentos a seguir:

a) Peneiramento Grosso:

Trabalha-se com uma amostra representativa de solo, obtida nos locais definidos, essa amostra é passada no almofariz e destorroada. Passa-se o material destorroado na peneira n. 10 (2,0 mm). O material que fica retido na peneira deve ser lavado na própria peneira. Desta forma, é retirado todo material fino aderente aos grãos do material retido. Transfere-se o material retido e lavado para uma das cápsulas numeradas (Figura 31) e leva-se à estufa para secagem, durante um período mínimo de 12 horas. Procede-se ao peneiramento o material seco nas peneiras de 38,1 – 25,4 – 19,1 – 4,8 e 2,0 mm de diâmetro. Pesam-se as frações do material retidas em cada peneira. Calculam-se as percentagens do material retido em cada uma das peneiras, em relação ao peso da amostra total seca.



Figura 31: Peneiramento grosso
Fonte: Acervo pessoal da autora (2023).

b) Sedimentação:

O método de sedimentação com o uso de densímetros foi desenvolvido por Bouyoucos em 1927, e foi introduzido por Casagrande o uso de densímetro com bulbo simétrico, conforme citado por Massad (2016). Esta sedimentação é baseada na “Lei de Stokes”, segundo a qual partículas num meio aquoso depositam-se com velocidades proporcionais aos seus diâmetros.

Do material que passa na peneira nº 10 (2 mm), retira-se cerca de 70 g, no caso de solos argilosos, ou 120 gramas, no caso de solos arenosos e siltosos. Coloca-se o material em um béquer, adicionando 125 cm³ da solução de hexametáfosfato de sódio com concentração de 45,7 g do sal para 1000 cm³ de solução. Para não reverter em ortofosfato de sódio, a solução de hexametáfosfato de sódio deve ser tamponada com carbonato de sódio até que a mesma atinja um *ph* entre 8 e 9 (outros defloculantes podem ser usados no lugar do hexametáfosfato de sódio).

Deixa-se em repouso por 12 horas, no mínimo. Após as 12 horas, transfere-se toda a mistura para o copo do dispersor, removendo-se com água destilada. Submete-se a mistura à ação do dispersor, por aproximadamente 15 minutos, após isso, transfere-se o material do dispersor para uma proveta graduada e junta-se água destilada até atingir a marca de 1000 ml. tapa-se a boca da proveta com a palma da mão e com o auxílio da outra, agita-se, durante 1 minuto, de tal forma que a boca da proveta passe de cima para baixo e vice-versa.

Imediatamente após a agitação (Figura 32), coloca-se a proveta sobre uma bancada, dispara-se o cronômetro e anota-se à hora exata do início da sedimentação. Mergulha-se o densímetro na proveta, fazem-se as leituras correspondentes aos tempos de 30 segundos, 1 minuto e 2 minutos, retira-se o densímetro e mede-se a temperatura da suspensão. Fazem-se as leituras subsequentes de 4, 8, 15, 30 minutos e 1, 2, 4, 8 e 24 horas (anotando-se as temperaturas). Deve-se ter o cuidado de retirar o densímetro da proveta de água e colocar na dispersão cerca de 20 segundos antes de cada leitura, de modo que estas sejam feitas com o densímetro estável na dispersão.



Figura 32: Sedimentação
Fonte: Acervo pessoal da autora (2023).

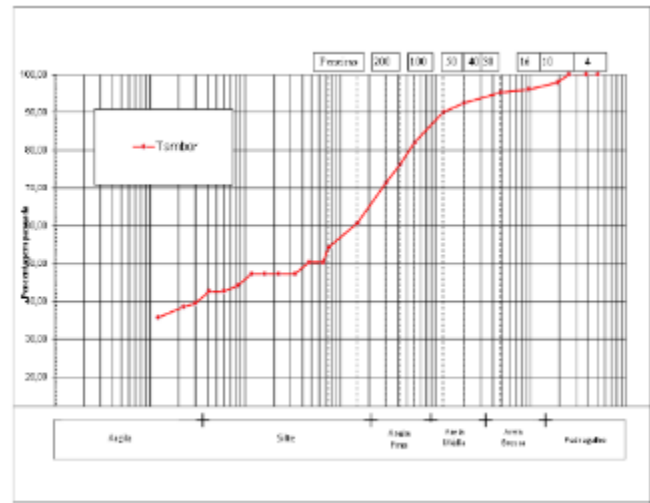
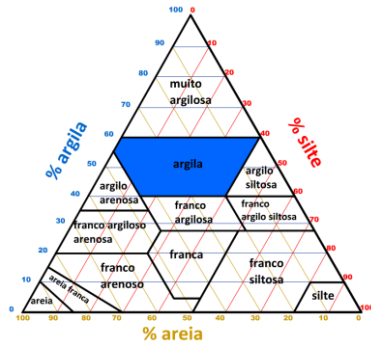
c) Peneiramento fino:

Terminadas as leituras do ensaio de sedimentação, despeja-se e lava-se a suspensão na peneira nº 200 (0,074 mm). O material retido na peneira é transferido para uma cápsula e seco na estufa. O material seco é passado em um conjunto nas peneiras (1,2 – 0,6 – 0,42 – 0,30 – 0,15 e 0,074 mm de diâmetro) e levado ao peneirador durante cerca de 15 minutos. Após a vibração, pesam-se as proporções retidas em cada peneira.

Os resultados obtidos nos ensaios de laboratório realizados a partir das amostras de solo coletadas nos pontos selecionados, são demonstrados nos quadros (1 a 9) a seguir, bem como, as curvas granulométricas e o triângulo textural, utilizado para classificar os diferentes tipos de solo de acordo com a porcentagem de areia, argila e silte presentes em sua composição. A análise do diagrama textural permite a adoção de práticas adequadas de manejo do solo para prevenir a erosão e promover a cobertura vegetal, seguindo as classes texturais do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), que também são adotadas no Brasil.

Quadro 1: Amostra 1 – Praça Arlindo Rossi – cota 723,38m

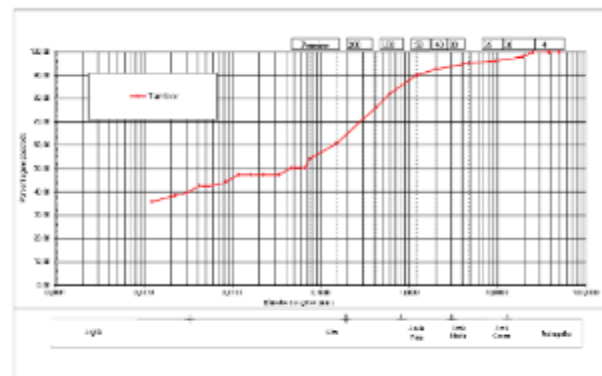
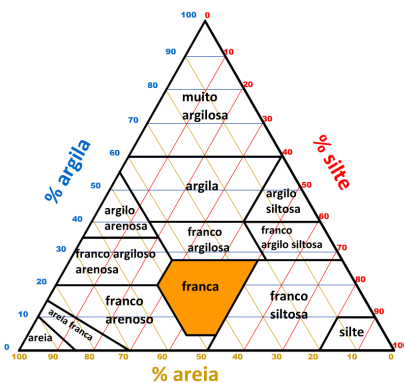
Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
%	%	%	%	%
3,5%	8,0%	20,5%	26,0%	42,0%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 2: Amostra 2 – Praça Fiedrich Naumann – cota 737,21m

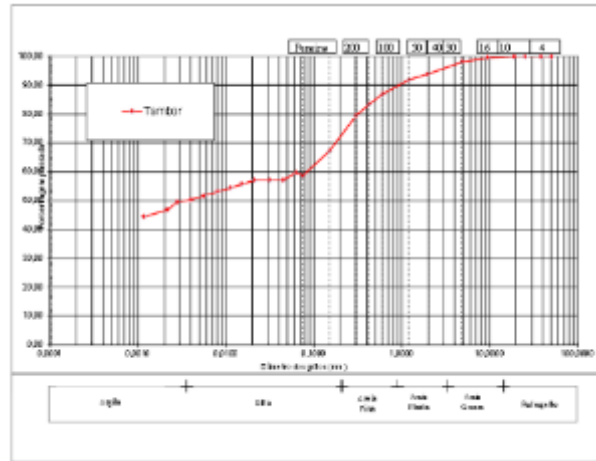
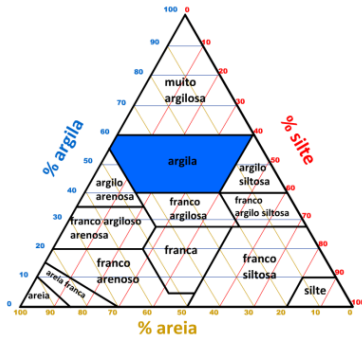
Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
%	%	%	%	%
1,4%	8,0%	27,2%	38,5%	24,9%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 3: Amostra 3 – Praça Durval Pereira – cota 745,00m

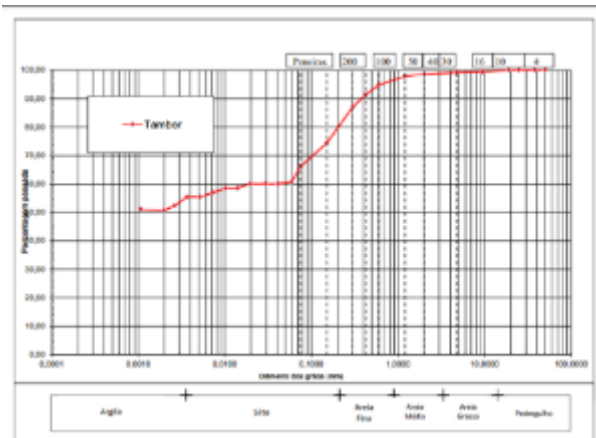
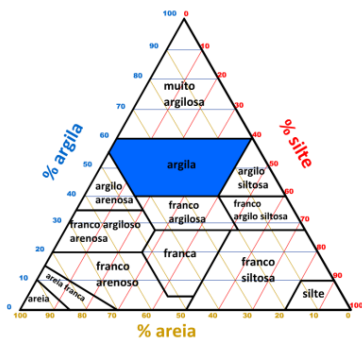
Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
3,5%	6,5%	16,0%	23,8%	50,2%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 4: Amostra 4 – Praça Professor Alípio Correa Neto – cota 757,00m

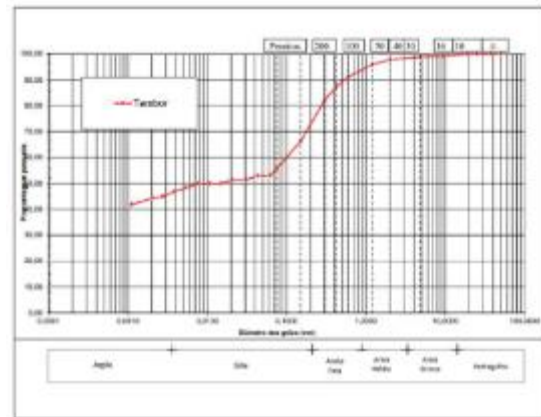
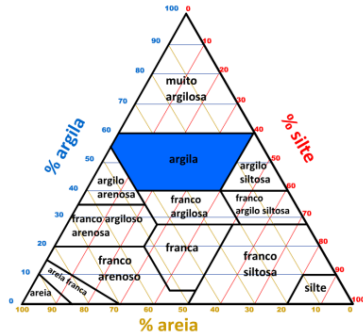
Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
1,0%	2,3%	15,5%	25,7%	55,5%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 5: Amostra 5 – Praça Isidoro Machado – cota 770,42m

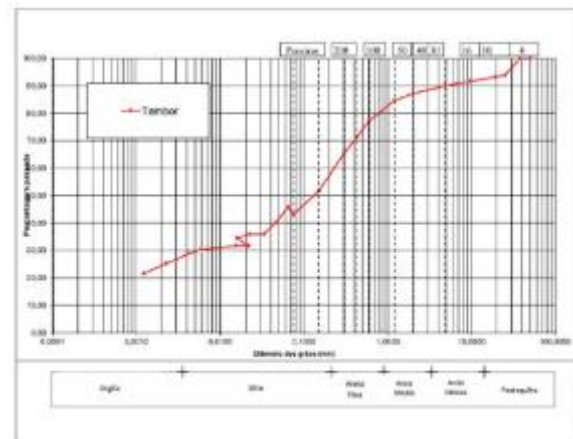
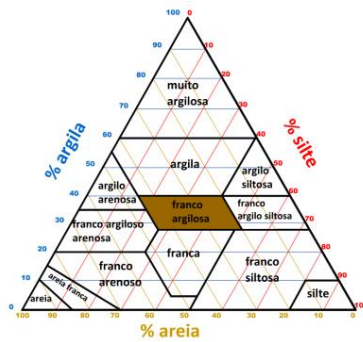
Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
1,6%	4,1%	19,3%	31,9%	43,1%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 6: Amostra 6 – Nicolau Weber – cota 781,00m

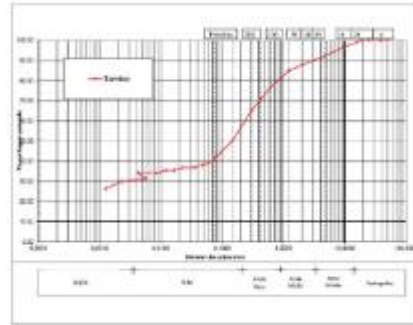
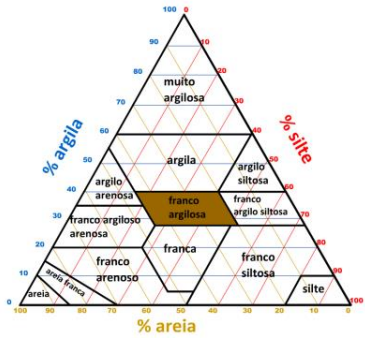
Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
5,0%	8,5%	24,0%	33,0%	29,5%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 7: Amostra 7 – Praça Friedrich Naumann – cota 737,21m

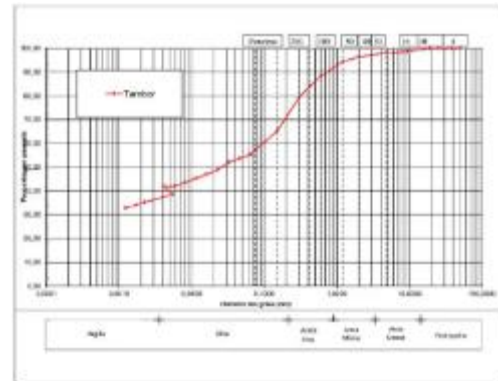
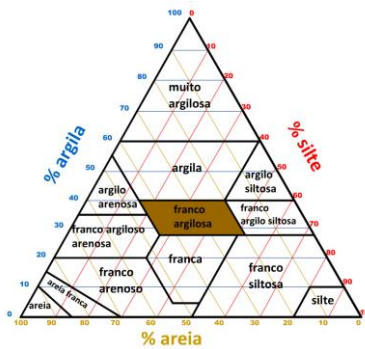
Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
9,0%	8,9%	23,3%	27,9%	30,9%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 8: Amostra 8 – Praça Hachiro Miyazaki – cota 804,00m

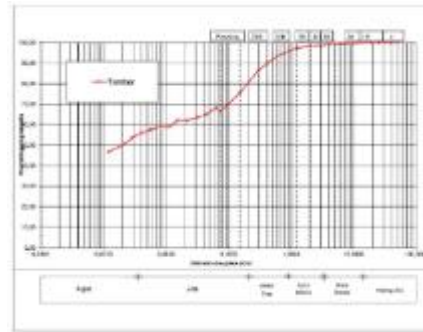
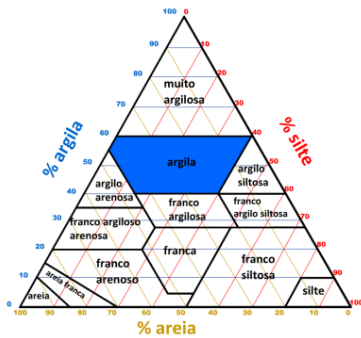
Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
2,2%	5,4%	19,1%	36,0%	37,3%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quadro 9: Amostra 9 – Praça Dr. Aécio Mennucci – cota 815,00m

Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
1,2%	2,8%	14,0%	27,0%	55,0%



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Brakensiek e Rawls (1983) apresentaram uma proposta para simplificar a classificação hidrológica do solo. Eles estabeleceram uma conexão entre os grupos hidrológicos do solo, conforme delineados por Musgrave (1955), e as classes texturais do solo estabelecidas pelo USDA (Departamento de Agricultura dos EUA), de acordo com o *Soil Survey Division Staff* (1993). Esses autores assumiram como premissa que a condutividade hidráulica saturada reflete a capacidade mínima de infiltração após um longo período de disponibilidade hídrica, ou seja, após um período prolongado de umedecimento. Com base em investigações anteriores, foram determinados valores específicos de condutividade hidráulica saturada para cada classe de textura e os utilizaram para associar as capacidades mínimas de infiltração, definindo assim os grupos hidrológicos correspondentes. Todos os detalhes dessa proposta de interconexão estão elucidados de maneira abrangente na Tabela 4.

Tabela 4: Grupos hidrológicos de solo e condutividade hidráulica saturada média para as classes texturais do USDA

Grupo Hidrológico de Solo	Classe Textural	Ks (mm/h)
A	Areia	210,0
	Areia franca	61,1
	Franco arenoso	25,9
B	Franco	13,2
	Franco siltoso	6,8
C	Franco argilo arenoso	4,3
	Franco argiloso	2,3
D	Franco argilo siltoso	1,5
	Argila arenosa	1,2
	Argila siltosa	0,9
	Argila	0,6

Fonte: Sartori, 2010

Na ausência de outros critérios, a classificação hidrológica do solo frequentemente recorre à textura como principal referência. Contudo, essa abordagem enfrenta desafios ao categorizar solos com variações texturais ao longo do perfil, pois essa diversidade não foi contemplada nessa abordagem. Como resultado, muitos usuários limitam-se a considerar apenas a textura superficial do solo, omitindo as distintas camadas do perfil durante o processo de classificação. Além disso, a textura por si só não proporciona uma indicação completa das propriedades de infiltrabilidade de certos solos, como é o caso dos solos argilosos sujeitos a intemperismo avançado (Sartori, 2010).

O processo de infiltração ocorre porque a água da chuva ou da irrigação, na superfície do solo tem potencial total aproximadamente nulo e a água do solo tem potencial negativo, potencial este, tanto mais negativo quanto mais seco estiver o solo. É estabelecido então um gradiente de potencial total, que é a soma dos potenciais gravitacional e matricial. No início da infiltração, quando o solo está relativamente seco, o potencial matricial é relativamente grande em relação ao potencial gravitacional. Ao longo do tempo de infiltração, com o umedecimento do solo e redução do potencial matricial, o gradiente de potencial total passa a ser igual ao potencial gravitacional (Reichardt, 1987). Por isso o processo de infiltração é um processo desacelerado que assume um valor constante após um determinado tempo.

Com o propósito de alcançar esse objetivo, serão apresentados ensaios de condutividade hidráulica, nos quais o coeficiente de permeabilidade pode ser determinado por meio de testes de campo, utilizando o método do permeômetro de

Guelph, de maior exatidão e de menor perturbação no solo (Gomes & Costa, 2016), o qual foi empregado na realização desses ensaios.

O permeâmetro de Guelph representa um dispositivo de avaliação hidráulica que emprega uma combinação de furo e carga hidráulica constante para quantificar a condutividade hidráulica saturada do solo, situado acima do nível do lençol freático. Foi desenvolvido por Elrick, Reynolds e Tan (1989), e posteriormente aperfeiçoado pelos mesmos, na University of Guelph, Canadá. Esse instrumento destaca-se por sua natureza leve e facilidade operacional no campo. Ele proporciona a capacidade de conduzir ensaios de infiltração, visando a obtenção dos valores da condutividade hidráulica saturada (K_{fs}) e do potencial mátrico (ϕ_m).

Pode ser aplicado para efetuar medições de permeabilidade na superfície do solo ou em seu perfil, mediante o fornecimento controlado de água enquanto se mantém uma carga hidráulica constante. Para o cálculo do coeficiente de permeabilidade, são empregadas duas cargas hidráulicas distintas durante os ensaios (5 cm e 10 cm). A perfuração do solo, realizada com auxílio de um trado manual de 6,0 cm diâmetro, alcança a profundidade específica que se deseja testar, no ensaio utilizamos a profundidade de 15cm. Durante o ensaio e após um período de aplicação contínua da carga, uma região circunscrita ao redor do furo se satura, gerando um "bulbo de saturação". Nesse setor, o fluxo de água atinge uma condição de estabilidade, permitindo, assim, o cálculo preciso da condutividade hidráulica (K_{fs}).

Foram conduzidos experimentos em três localizações selecionadas dentre as nove posições originais, sendo a escolha baseada nas características granulométricas resultantes dos testes laboratoriais, os quais resultaram em três categorias de textura distintas (Tabela 5):

Tabela 5: Pontos selecionados para ensaios com Permeâmetro de Guelph

Ponto	Endereço	Textura do Solo
01	Praça Arlindo Rossi	Argila
07	Praça Friedrich Naumann	Franco
08	Praça Hachiro Miyazaki	Franco-argilosa

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com base nos dados de campo, a condutividade hidráulica foi determinada utilizando-se a planilha eletrônica "Guelph Permeameter Calculations" disponibilizada pela Soilmoisture (Figuras 33, 34 e 35).

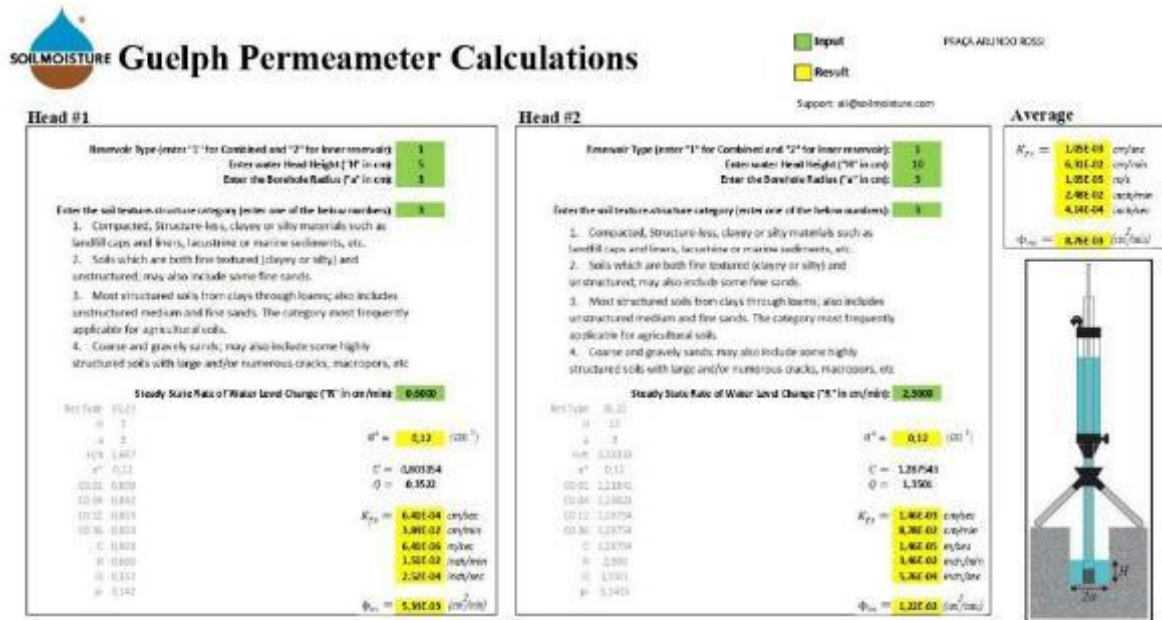


Figura 33: Cálculo da condutividade hidráulica: Praça Arlindo Rossi (*Guelph Permeameter Calculations*)
 Fonte: Elaborado pela autora (2023).

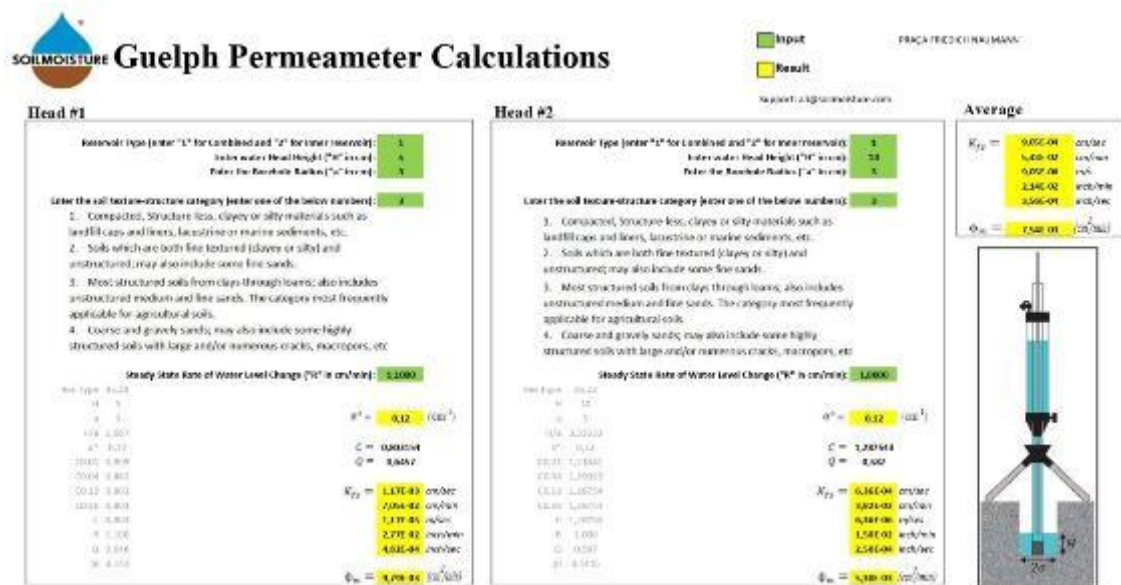


Figura 34: Cálculo da condutividade hidráulica: Praça Friedrich Naumann (*Guelph Permeameter Calculations*)
 Fonte: Elaborado pela autora (2023).

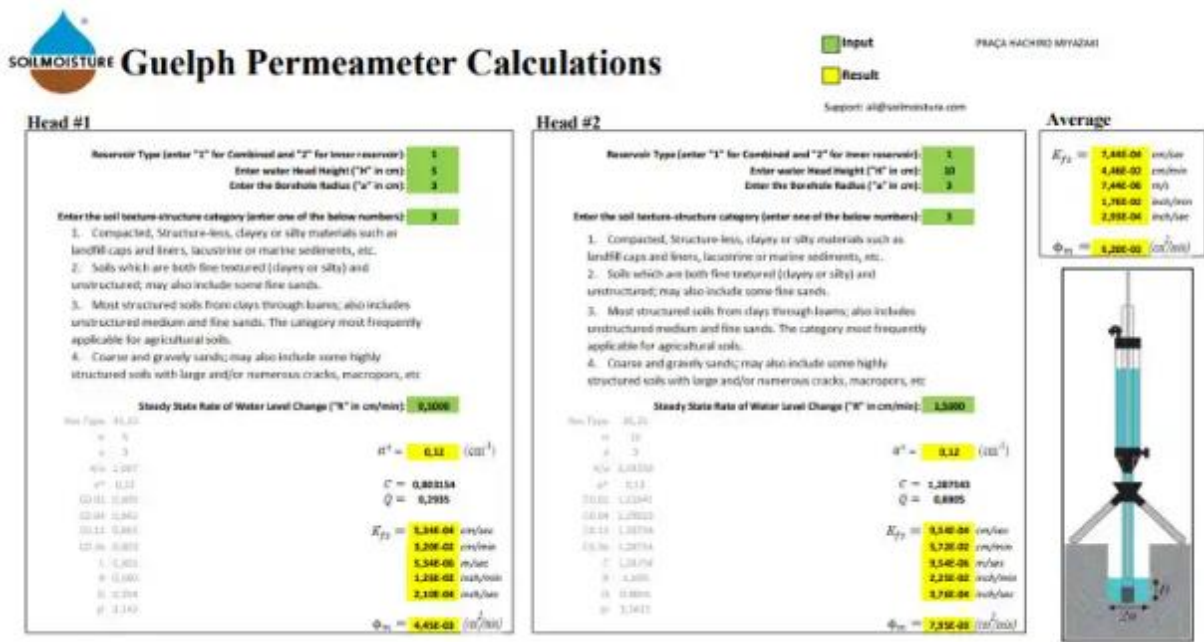


Figura 35: Cálculo da condutividade hidráulica: Praça Hachiro Miyazaki (Guelph Permeameter Calculations)
 Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com base nos resultados obtidos com o uso do infiltrômetro de Guelph (conforme indicado na Tabela 6), é possível supor inicialmente que, devido à variabilidade na capacidade de permeabilidade do solo, esses resultados nos permitem estimar a média do potencial de permeabilidade da região em questão. Essa região abrange uma área potencial de 1.254.623,28 m², o que representa 15% da área total das quadras calculadas da Bacia do Córrego Água Espreada, juntamente com os espaços abertos de 1.060.000,00 m² – totalizando uma área de 2.314.623,28 m². Ao multiplicarmos esses números pelos resultados obtidos de 32,39 mm/h, em média, obteríamos uma taxa de infiltração na fonte de 74.970,65 m³, representando aproximadamente 25,41% do volume de reservação **por hora** do Reservatório de Amortecimento Jabaquara.

Tabela 6: Resultados obtidos com o uso do infiltrômetro de Guelph

Ponto	mm/h
01 – Praça Arlindo Rossi	37,80
07 – Praça Friedrich Naumann	32,58
08 – Praça Hachiro Miyazaki	26,78

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Conforme dados pluviométricos obtidos das estações do CEMADEN³ (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), referentes às estações Jabaquara (355030870A) e Vila Babilônia (35530820B) a montante da bacia hidrográfica do córrego Água Espriada (Figura 36), constata-se que poucos são os eventos (Tabelas 7 e 8) que excedem a média auferida nos ensaios, que ocorre ao longo do dia.



Figura 36: Mapa interativo da rede observacional para monitoramento de risco de desastres naturais
Fonte: CEMADEN, elaborado pela autora (2023)

³ [http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/#download de dados/estações pluviométricas](http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/#download%20de%20dados/esta%C3%A7%C3%B5es%20pluviom%C3%A9tricas)

Tabela 7: Dados pluviométricos (mm) das Estações do CEMADEN – Estação Jabaquara

Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN – Estação Jabaquara – 355030870A												
mm/dia	set/22	out/22	nov/22	dez/22	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23
1	0,00	0,79	3,18	1,00	0,00	14,58	0,20	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	4,39	0,80	0,00	6,30	0,59	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,59	3,58	11,43	0,00	5,32	14,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	8,86	0,20	0,00	1,20	26,76	3,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	2,58	13,42	15,98	1,79	7,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	1,57	0,00	24,41	2,39	37,58	18,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	14,59	13,03	0,00	26,95	1,00	21,06	0,59	13,58	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	32,79	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20
9	0,00	17,58	0,00	0,00	0,20	0,00	10,81	0,20	0,00	0,00	6,12	2,77
10	0,00	2,00	0,00	0,00	5,00	1,18	64,84	0,00	5,73	0,00	0,59	0,00
11	3,73	0,20	17,11	0,00	4,00	7,11	28,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98
12	0,20	0,00	1,77	5,15	9,08	48,80	17,73	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14
13	2,77	0,00	0,00	26,21	2,58	11,82	42,37	0,40	1,20	1,40	0,00	0,40
14	7,10	0,00	6,30	0,60	22,64	5,11	2,56	11,21	0,00	10,92	0,00	0,20
15	2,80	3,20	0,00	0,00	22,44	5,53	0,00	3,18	0,00	10,69	0,00	0,00
16	1,20	0,00	0,00	13,58	2,97	8,74	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,79	0,40	0,00	0,00	0,20	14,17	0,00	2,37	0,00	0,00	0,20	0,00
18	0,00	6,31	0,00	0,00	0,00	51,04	0,00	33,46	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,80	0,00	1,80	0,00	27,55	0,00	7,67	0,00	0,00	0,60	0,00
20	12,98	0,00	3,15	7,91	6,68	3,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	6,09	0,00	3,98	0,20	61,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	4,94	0,00	11,03	3,77	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	31,24	0,00	4,91	50,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	5,53	0,00	0,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
25	0,00	0,00	14,97	0,00	0,00	4,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,71
26	21,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	10,89
27	19,47	0,00	0,60	2,96	0,00	0,00	20,48	0,00	0,00	0,00	0,00	8,68
28	28,42	0,00	23,13	20,46	3,17	14,63	0,00	2,40	4,93	0,00	1,18	0,40
29	4,40	0,00	12,20	2,98	44,14		0,00	1,60	1,20	0,00	0,20	0,00
30	9,46	0,00	2,96	2,77	15,49		0,00	0,00	0,00	2,79	0,00	0,00
31		0,00		8,67	21,27		11,41		34,85		0,00	0,00
Total	142,82	52,76	143,72	180,05	211,30	408,84	273,00	77,07	47,91	27,00	8,89	35,96

Fonte: CEMADEN, elaborado pela autora (2023)

Tabela 8: Dados pluviométricos (mm) das Estações do CEMADEN – Estação Vila Babilônia

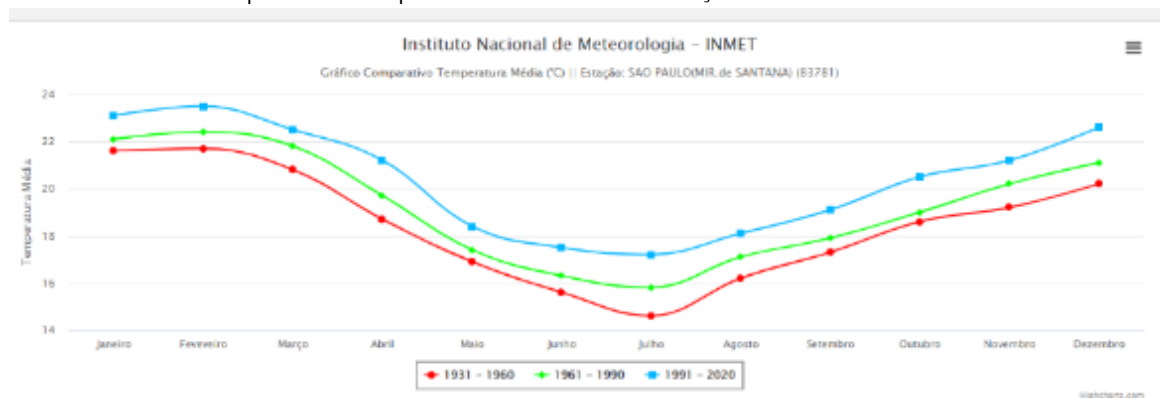
Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN – Estação Vila Babilônia – 355030820B												
mm/dia	set/22	out/22	nov/22	dez/22	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,50	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	11,01	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	33,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,24	0,00	0,00	0,00	5,75	1,78
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19	58,82	0,00	1,00	0,00	0,80	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	6,13	12,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79
12	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	45,42	5,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,66	43,35	0,20	0,79	0,00	0,00	0,20
14	0,00	0,00	0,00	10,47	0,00	2,16	2,78	13,57	0,00	10,53	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	5,32	0,00	1,98	0,00	10,72	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	10,52	0,00	0,20	0,00	0,40	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,20	0,00	2,75	0,00	0,00	0,20	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,87	0,00	37,59	0,00	0,20	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,02	0,00	7,08	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	66,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01
25	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	2,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,31
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,90
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	0,00	0,00	6,32
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,01	0,00	0,00	4,34	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	1,80	6,60	0,00	0,20	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
31		0,00		0,00	0,00		14,78		31,36		0,00	0,00
Total	0,00	0,00	0,00	13,09	0,00	302,81	236,83	76,38	38,09	23,65	7,15	27,29

Fonte: CEMADEN, elaborado pela autora (2023)

Nos Gráficos 1 e 2, é possível constatar o aumento das temperaturas e das precipitações ao longo das décadas, principalmente durante as estações quentes do ano. Essa

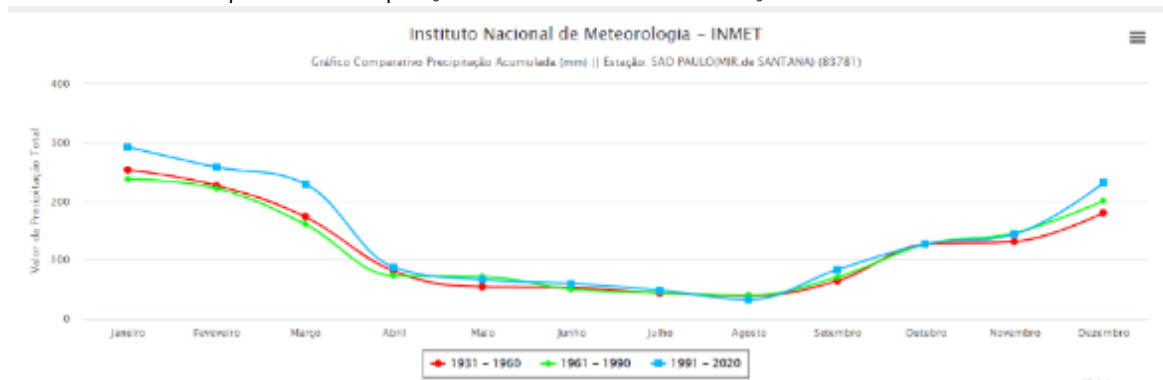
tendência pode estar diretamente relacionada às ilhas de calor provocadas pela excessiva impermeabilização do solo e pela diminuição da cobertura vegetal. É importante destacar que a capacidade de infiltração é afetada pelo aumento da temperatura, devido à redução da viscosidade da água. Isso resulta em uma taxa de infiltração maior, especialmente nos períodos mais chuvosos. Tal fenômeno ocorre devido à redução da viscosidade da água em temperaturas mais elevadas, sendo um dos fatores que influenciam o processo de infiltração.

Gráfico 1: Comparativo Temperatura Média (°C) – Estação São Paulo (Mirante de Santana)



Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/>

Gráfico 2: Comparativo Precipitação Acumulada (mm) – Estação São Paulo (Mirante de Santana)



Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/>

No entanto, em situações excepcionais, há registros de chuvas que ultrapassam a média durante o período analisado. É crucial salientar que o uso exclusivo de áreas permeáveis intra-lote pode ser insuficiente nessas circunstâncias para absorver todo o volume de precipitação, como indicado nas Tabelas 9 e 10, onde ocorrem chuvas acima da média registrada de 32,39 mm/h.

Tabela 9: Dados pluviométricos (mm) das Estações do CEMADEN –Jabaquara

Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN - Jabaquara - 355030870A								
Município	Cód estação	UF	Nome estação	Latitude	Longitude	Data/Hora	Valor medida	Total
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 16:40:00.0	11,89	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 16:50:00.0	16,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:00:00.0	12,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:10:00.0	1,77	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:20:00.0	1,37	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:00:00.0	5,12	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:10:00.0	2,95	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:20:00.0	2,56	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:30:00.0	1,96	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:40:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:50:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 19:00:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 19:10:00.0	1,37	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 19:40:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 19:50:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 20:00:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 20:10:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 20:30:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 20:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 20:50:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 21:00:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 21:10:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 21:20:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 21:30:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 21:40:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 21:50:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 22:00:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 22:10:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 22:20:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 22:30:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 22:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 23:00:00.0	0,20	64,88

Fonte: CEMADEN, elaborado pela autora (2023)

Tabela 10: Dados pluviométricos (mm) das Estações do CEMADEN –Vila Babilônia

Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN - Vila Babilônia - 355030820B								
Município	Cód estação	UF	Nome estação	Latitude	Longitude	Data/Hora	Valor medida	Total
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 16:50:00.0	6,75	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 17:00:00.0	5,12	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 17:10:00.0	1,18	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 17:20:00.0	11,79	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 17:30:00.0	7,1	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 17:40:00.0	4,92	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 17:50:00.0	6,89	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 18:00:00.0	4,33	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 18:10:00.0	5,9	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 18:20:00.0	2,95	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 18:30:00.0	3,74	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 18:40:00.0	1,57	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 18:50:00.0	1,77	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 19:00:00.0	2,16	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23,644	-46,655	2023-02-23 19:10:00.0	0,59	66,76

Fonte: CEMADEN, elaborado pela autora (2023)

Uma vez que as chuvas máximas são determinadas de maneira específica por meio das equações de intensidade, duração e frequência (IDF), elas revelam qual é a magnitude da precipitação extrema em uma determinada região, para diferentes períodos de retorno,

que representam o intervalo estimado em que um evento de precipitação, com um certo volume, deve ocorrer novamente. Em 1999, o DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) em colaboração com a FCTH, publicou o documento intitulado "Equações de Chuvas Intensas no Estado de São Paulo" (Martinez Junior; Magni, 1999), onde se encontram as equações para todo o Estado, para chuvas de 10 minutos a 24 horas em milímetros (mm), para períodos de retorno de 2 a 200 anos, conforme Tabela 11.

Tabela 11: Equações de Chuvas Intensas no Estado de São Paulo

Duração (t) min	Período de Retorno (TR)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	16,2	21,1	24,4	26,2	27,5	28,5	31,6	34,6	37,6
20	24,9	32,5	37,6	40,4	42,4	44	48,7	53,4	58,1
30	30,3	39,8	46	49,5	52	53,9	59,8	65,6	71,4
60	39,3	51,8	60,1	64,7	68	70,5	78,3	86	93,6
120	46,8	62,1	72,2	78	82	85,1	94,6	104	113,4
180	50,5	67,3	78,4	84,7	89,1	92,4	102,9	113,2	123,5
360	55,7	74,9	87,5	94,7	99,7	103,6	115,4	127,2	139
720	60,2	81,5	95,6	103,6	109,2	113,5	126,7	139,9	153
1080	62,5	85,1	100,1	108,6	114,5	119	133,1	147	160,9
1440	64,1	87,7	103,3	112,1	118,2	122,9	137,6	152,1	166,5

Fonte: Martinez Junior & Magni, 1999

Para complementar essas estratégias de controle de infiltração na fonte, outra técnica a ser considerada é a implementação de sarjetas permeáveis (Figuras 37 e 38), que consistem em uma técnica de controle linear, que permitem a absorção gradual da água da chuva no solo, utilizando uma superfície permeável que filtra e libera a água lentamente. Isso não apenas ajuda a reduzir o escoamento superficial, mas também contribui para melhorar a qualidade da água.

Com efeito, a precipitação que incide diretamente sobre o pavimento gera o escoamento superficial, que se inicia na perpendicular à pista e flui em direção às sarjetas, onde normalmente encontra um ponto de captação, frequentemente uma boca de lobo. À medida que a água se desloca e mais áreas contribuem para o aumento do fluxo, a largura do escoamento aumentará gradualmente, atingindo progressivamente as faixas de trânsito (PMSP, 1999). E considerando que as quadras calculadas chegam ao montante de 360.535 m, e que pela classificação de vias as larguras das sarjetas são estabelecidas em 30, 45 e 60 cm de largura, podemos considerar um incremento de pelo menos 5.108 m³ de infiltração na fonte, totalizando aproximadamente 27,15% do volume de reservação **por hora** do Reservatório de Amortecimento Jabaquara.



Figura 37: Protótipo de sarjeta permeável no estacionamento da ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. Foto: ABCP (2020).

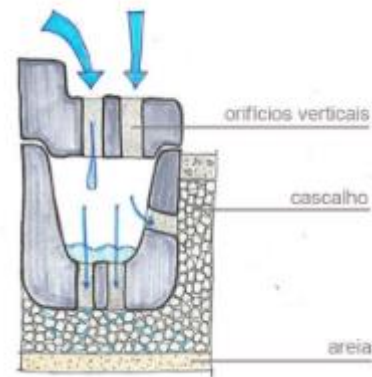


Figura 38: Sarjeta permeável (Silva, 2010)

Adicionalmente observamos que, embora o ponto 01 (Praça Arlindo Rossi) tenha um solo com textura argilosa, ele demonstrou uma permeabilidade maior do que os pontos 07 (Praça Friedrich Naumann) e 08 (Praça Hachiro Miyazaki), que possuem solos de textura franco e franco argilosa, respectivamente. Essa diferença pode ser atribuída à presença de cobertura vegetal no ponto 01 (Figura 39), enquanto os pontos 02 e 08 (Figura 40) não possuem essa cobertura. Portanto, podemos concluir que a infiltração é favorecida pela vegetação, o que, por sua vez, reduz significativamente o escoamento superficial no contexto do sistema de drenagem urbana.



Figura 39: Cobertura vegetal no ponto 01 (Praça Arlindo Rossi)
Fonte: Acervo pessoal da autora (2023).



Figura 40: Cobertura vegetal no ponto 08 (Praça Hachiro Miyazaki)
Fonte: Acervo pessoal da autora (2023).

Nesse sentido, podemos inferir que a utilização de áreas permeáveis e principalmente vegetadas tem importância crucial na gestão da drenagem urbana, demonstrado pelo estudo de campo, assim como é relevante observar que, ao considerarmos a interceptação por meio do dossel vegetal, parte do ciclo hidrológico responsável pelo acúmulo de água da chuva na cobertura vegetal (incluindo folhas e caules), o volume retido é subsequentemente devolvido à atmosfera. O que resulta na mitigação ou retardamento da quantidade de água de chuva que atingiria o solo. Essa etapa representa um componente de significativa importância no estabelecimento do balanço hídrico, atuando na redução do volume e da intensidade da chuva, promovendo a infiltração e a recarga nos níveis freáticos. Além disso, desempenha um papel crucial na diminuição do potencial de geração de vazões máximas e no retardamento do pico de vazão nos hidrogramas das cheias (Guirao; Teixeira Filho, 2013).

Além disso, essas práticas abrangem uma série de aspectos que contribuem para a qualidade de vida e a sustentabilidade das cidades modernas. À medida que as áreas urbanas continuam a expandir e se desenvolver, a presença estratégica da vegetação torna-se ainda mais essencial para enfrentar os desafios ambientais e sociais que surgem nesse contexto.

No entanto, não podemos esquecer que a urbanização desempenha um papel de extrema relevância nas mudanças climáticas e nos impactos ambientais que afetam as áreas urbanas. Entre 1985 e 2018, observou-se um substancial aumento na extensão territorial urbanizada da cidade de São Paulo, caracterizada por uma predominância de áreas desprovidas de cobertura vegetal. Esse incremento territorial foi de 793,2 km² para 878,6 km², correspondendo a um crescimento percentual de 11%. Consequentemente, é possível inferir que aproximadamente 57% do solo da região metropolitana de São Paulo (Figura 41) sofre de impermeabilização, com superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções.

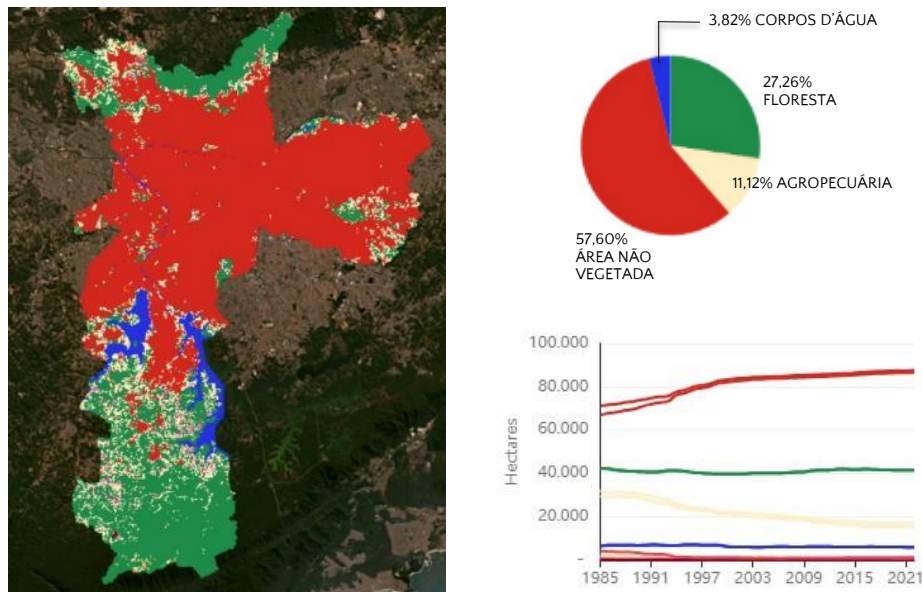


Figura 41: Superfícies não vegetadas - Município de São Paulo
Fonte: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura> (2023)

Esse processo de expansão urbana impulsiona uma série de transformações que têm repercussões significativas, tanto em escala local quanto global. A diminuição das áreas vegetadas, o aumento das superfícies impermeáveis, a formação de ilhas de calor e o aumento dos eventos de precipitação extrema são elementos intimamente interconectados, a cidade enfrenta desafios que precisam ser sanados com planejamento e ação pública integrada, convivem com mobilidade deficitária, contaminação dos corpos d'água e de mananciais, poluição do ar e reduzidas áreas verdes. A preocupação reside no fato de que essa tendência pode se agravar ainda mais caso medidas adequadas não sejam implementadas. Isso reforça a necessidade de adotar abordagens sustentáveis no planejamento urbano. A preservação de áreas verdes, a implementação de infraestruturas verdes e a gestão adequada das águas pluviais são medidas essenciais para mitigar esses impactos e promover cidades mais resilientes e equilibradas.

Os resultados dos ensaios revelaram uma significativa contribuição para infiltração de águas pluviais na fonte com implementação de áreas permeáveis, sobretudo, aquelas vegetadas e descentralizadas. Destaca-se a ênfase na melhoria da capacidade de infiltração das águas pluviais, sobretudo quando combinadas com dossel vegetal. Essa opção deve ser considerada pelos administradores municipais para incorporação no planejamento urbano das cidades. Tal abordagem não apenas aumenta a resiliência das cidades em face de chuvas intensas, mas também mitiga os efeitos da ilha de calor, aprimora a qualidade da água e do ar, reduz o ruído e preserva os ecossistemas, proporcionando diversos benefícios.

CAPÍTULO 4 – INFRAESTRUTURA VERDE

A substituição de ecossistemas florestais e campos por infraestruturas impermeáveis, como edificações e vias, resulta nos impactos mais acentuados da urbanização sobre os padrões hidrológicos, uma vez que essas alterações afetam diversos elementos que influenciam o comportamento das precipitações. A diminuição das áreas cobertas por vegetação reduz a interceptação da chuva antes de atingir o solo. Paralelamente, a taxa de evaporação hídrica é minimizada durante e após o evento de chuva, em decorrência da menor extensão de superfícies vegetadas que poderiam permitir a evapotranspiração.

Portanto, a infiltração da água da chuva no solo é comprometida devido à diminuição das áreas permeáveis. Como resultado, a maior parte da chuva é conduzida pelo escoamento superficial em direção a sistemas de drenagem, tubulações e cursos d'água. Esses efeitos desencadeiam o aumento do fluxo de água e a probabilidade de ocorrência de enchentes e erosão nas margens.

As pesquisas de Morsch *et al.* (2017) enfatizam a importância crucial das áreas verdes na restauração dos serviços ecossistêmicos nas áreas urbanas, além de promoverem a drenagem eficiente. Sob essa perspectiva, a vegetação assume uma função de extrema relevância ao regular o equilíbrio energético e controlar o fluxo volumétrico da água. No início da precipitação, uma porção significativa da água é capturada e retida pela vegetação ao redor. A eficácia dessa retenção está diretamente relacionada à extensão da superfície foliar, uma vez que uma maior área foliar resulta em uma maior capacidade de retenção durante o evento de precipitação. O volume retido é posteriormente submetido à evaporação assim que a capacidade de evapotranspiração é alcançada.

De acordo com Sanders (1984), ao obter-se uma cobertura arbórea correspondente a 22% da área, foi possível reduzir o escoamento em 7%. E ao aumentar essa cobertura para 29%, o escoamento poderia ser diminuído em cerca de 12%. Conforme destacou o mesmo autor, é particularmente relevante arborizar locais com escoamento superficial intenso, devido à impermeabilidade do solo, já que uma parcela considerável do escoamento excede a capacidade de drenagem das infraestruturas urbanas (Alvarez, 2004).

A cobertura vegetal desempenha um papel fundamental na melhoria da infiltração de água no solo. Isso ocorre devido ao sistema radicular das plantas, que cria trajetórias favoráveis para o movimento da água no solo. Além disso, a presença de vegetação

reduz o impacto das gotas de chuva e promove a formação de uma camada de matéria orgânica em decomposição, estimulando a atividade microbiana, insetos e animais. Esses fatores combinados contribuem para a criação de trajetos preferenciais que facilitam a movimentação da água no solo.

Uma vez que a totalidade do volume retido pela vegetação tenha sido evaporada, as plantas começam a ceder umidade ao ambiente por meio do processo de evapotranspiração. Essa umidade é extraída do solo pela planta, que a absorve por meio de suas raízes. Da fração da precipitação que efetivamente alcança o solo, a água resultante pode ser direcionada para processos de infiltração ou escoamento superficial, conforme determinado pelas características de absorção do solo em questão. A capacidade de absorção do solo é influenciada por múltiplos fatores variáveis, como a presença prévia de umidade, as propriedades intrínsecas do solo e a cobertura vegetal presente. Essa interface complexa entre solo, vegetação e atmosfera exerce uma influência substancial sobre o ciclo hidrológico. A água que penetra nas camadas superficiais do solo tem a opção de percolar mais profundamente, alcançando os aquíferos, ou de originar um fluxo subterrâneo ao longo dos canais internos do solo, finalmente emergindo na superfície ou em cursos d'água.

A parcela de água que atinge os aquíferos é armazenada nesses reservatórios subterrâneos e gradualmente liberada, garantindo a sustentabilidade dos rios mesmo durante períodos prolongados de estiagem. Enquanto isso, o escoamento superficial converge em direção aos rios, que estabelecem a rede principal de drenagem nas bacias hidrográficas (Figura 42).

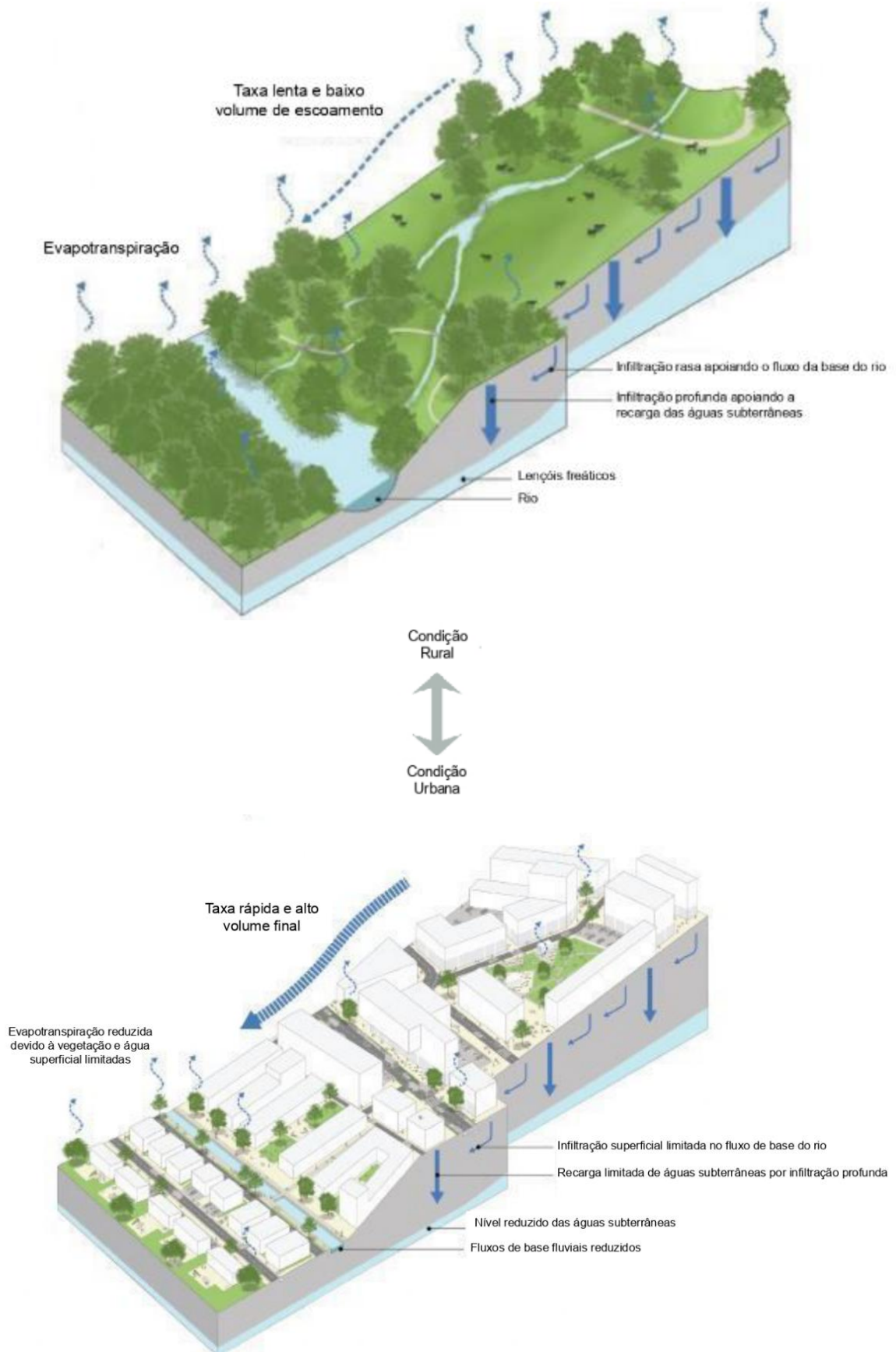


Figura 42: Impactos da urbanização em uma bacia hidrográfica. Comparativo do escoamento da água (condição rural x condição urbana)

Fonte: Sineeva (2021), tradução nossa.

A evapotranspiração envolve todos os processos de evaporação e transpiração que ocorram simultaneamente numa superfície vegetada, onde manifestam-se diferentes fontes de vapor d'água, como a água livre na superfície, o solo superficial úmido, a água da chuva interceptada pelos dosséis e a transpiração das plantas. É umas das etapas do ciclo hidrológico, que consiste na perpétua transferência de água da atmosfera para a superfície da terra pela precipitação, de onde ela escoar para o solo, rios, lagos e oceanos, formando um ciclo fechado no retorno da água evaporando para a atmosfera (Brutsaert, 1984 *apud* Martins, 2011)

Outra questão é a percepção de que o solo não é meramente o desdobramento da transformação das rochas, mas sim o resultado das complexas interações entre a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera, a qual emergiu no final do século XIX por meio das investigações do geólogo russo V. V. Dokuchaev (1846-1903). Essa concepção pode ser sintetizada na seguinte formulação:

$$S = f (mo, cl, r, o, t)$$

Essa abordagem exprime a "constituição do solo (S)" como uma resultante das complexas interações entre os fatores ambientais, compreendendo o material de origem (mo), o clima (cl), o relevo (r) e os organismos vivos (o), cuja influência atua ao longo do tempo (t). Dentro deste contexto, os solos são entidades naturais com características distintas que se formam sob a influência dos fatores ambientais. Essas características se manifestam na estrutura do perfil do solo, que é uma seção vertical que se estende da superfície até uma profundidade específica. Além dos fatores naturais (mo, cl, r, o), deve ser considerada a intervenção humana como um fator antropogênico (a), contribuindo para a alteração, degradação e formação dos solos.

O domínio terrestre, onde ocorrem as interações entre o solo, os organismos que nele habitam, o relevo, a atmosfera, a hidrosfera e a litosfera, é designado como geocossistema. De acordo com a abordagem holística (do grego "holos", que significa totalidade), um sistema é uma entidade organizada composta por componentes interdependentes que operam de forma integrada, de modo que a alteração de um componente afeta os outros. Portanto, **a maneira como essas partes se interligam no sistema completo é mais relevante do que suas partes isoladas.**

Geocossistemas e solos são sistemas abertos, envolvendo a troca de energia e matéria com o entorno. No solo, fluxos contínuos de matéria e energia ocorrem entre minerais,

plantas, microrganismos, substâncias orgânicas e o ambiente. Assim, o solo é um sistema dinâmico, constantemente influenciado por forças internas e externas. Processos de acréscimo (energia, partículas sólidas, água, O₂, matéria orgânica, sais etc.), remoção (energia, partículas sólidas, água, nutrientes etc.), transferência (água, nutrientes, minerais etc.) e transformação (minerais, matéria orgânica etc.) ocorrem. Como um sistema aberto, o solo é um componente natural que organiza seu próprio ordenamento, dissipando entropia para o ambiente circundante.

Nesse sentido, e em busca de novos meios mais sustentáveis e resilientes, a infraestrutura verde vem de encontro a necessidade de uma forma de ser mais flexível, multifuncional. Uma infraestrutura verde que ofereça um conjunto diverso e amplo de serviços de ecossistemas biofísicos e recuperar sem mudar para um estado diferente (Ahern; Pellegrino; Becker, 2014), podem ser mais adequadamente compreendidas como sistemas adaptativos: entidades complexas e abertas com a capacidade de se ajustar a condições variáveis e operar em sintonia com os ritmos e dinâmicas das vastas paisagens urbanas. Quando consideramos a paisagem como uma infraestrutura, ela se transforma em uma rede de transporte e distribuição, capaz de facilitar a movimentação de pessoas, animais, plantas, materiais e processos ecológicos. Essa perspectiva vai além da visão convencional da paisagem como uma expressão visual de valores estéticos. Além de fornecer serviços culturais, a paisagem passa a desempenhar um papel estratégico na regulação do clima, da água e do solo. Ela também assume a responsabilidade pela proteção e regeneração dos ecossistemas urbanos, garantindo o acesso contínuo aos serviços de apoio e recursos que esses ecossistemas oferecem, tanto no presente quanto no futuro (Pellegrino; Moura, 2017).

Para aproveitar plenamente as oportunidades oferecidas pelo ambiente natural da cidade, transcender os custos e benefícios imediatos, compreender as consequências das múltiplas ações aparentemente desconexas do cotidiano urbano e coordenar uma miríade de iniciativas incrementais, é imprescindível adotar uma nova postura em relação à cidade e seu desenvolvimento. Da mesma forma, Spirn (1995) enfatiza que:

A cidade precisa ser reconhecida como parte da natureza e ser projetada de acordo com isso. A cidade, sua periferia e o campo precisam ser vistos como um único sistema em evoluído dentro da natureza, como cada edifício e parque devem ser vistos dentro daquele todo maior. O valor social da natureza precisa ser reconhecido e seu poder, mais do que combatido, deve ser aproveitado. A natureza na cidade precisa ser cultivada como um jardim, em vez de ser ignorada ou subjugada (Spirn, 1995, p. 21).

A infraestrutura verde é um conceito emergente que tem ganhado cada vez mais importância na gestão ambiental urbana. Ela se refere a uma rede estrategicamente planejada de áreas naturais e seminaturais, incluindo espaços verdes e azuis e outros ecossistemas, projetada e gerenciada para fornecer uma ampla gama de serviços ecossistêmicos em várias escalas que buscam integrar processos naturais aos espaços urbanos. Essa abordagem visa à criação de uma paisagem mais sustentável e resiliente, capaz de enfrentar os desafios ambientais e sociais das cidades contemporâneas.

Um dos seus principais benefícios é a melhoria da qualidade ambiental das cidades, podendo ser utilizada como uma estratégia para as adaptações às mudanças climáticas. A vegetação, presente em grande parte das tipologias de infraestrutura verde, é capaz de reduzir as poluições do ar, da água e sonora, contribuir para a conservação da biodiversidade, possibilitando a manutenção de habitats para diversas espécies além de mitigar o efeito das ilhas de calor urbanas e com importante benefício de regulação do ciclo hidrológico. As áreas verdes permitem a infiltração da água no solo, contribuindo para a recarga dos aquíferos e evitando a sobrecarga do sistema de drenagem urbana. Além disso, a vegetação é capaz de desacelerar, deter ou reter o fluxo das águas da chuva e liberá-la gradualmente, reduzindo o risco de inundações e deslizamentos de terra, contribuindo assim na redução dos impactos hidrológicos nas áreas urbanizadas causados por eventos climáticos extremos como enchentes e secas.

Além dos benefícios ambientais, também apresenta vantagens sociais e econômicas. A presença de áreas verdes em meio urbano contribui para a melhoria da qualidade de vida da população, proporcionando espaços de lazer e convivência. Tal como, ser utilizada como uma ferramenta para o desenvolvimento econômico local, por meio da criação de empregos na construção e manutenção das áreas verdes.

Sua implementação pode ser realizada em diferentes escalas, desde pequenas intervenções em edificações (Figura 43) até grandes projetos urbanos. No entanto, sua implantação requer planejamento e gestão adequados, envolvendo diferentes atores sociais e institucionais. É necessário considerar as particularidades dos espaços urbanos e as demandas da população local, além de garantir a manutenção adequada das áreas verdes implantadas.

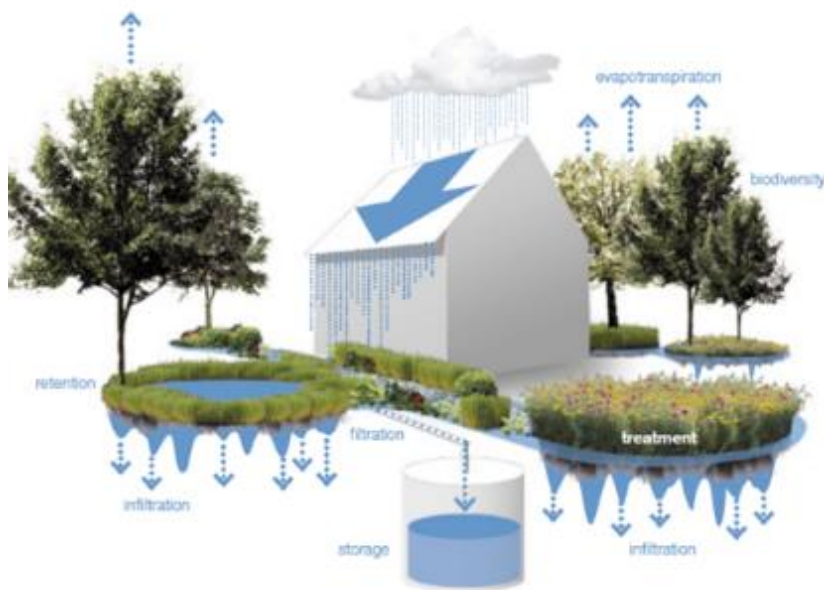


Figura 43: Possibilidades de aplicação em edificações
Fonte: HUBER *et al.*, 2010.

No contexto brasileiro, a infraestrutura verde tem sido cada vez mais valorizada como uma alternativa para enfrentar os desafios ambientais das cidades. Apresenta-se como uma alternativa eficaz para enfrentar os desafios ambientais e sociais das cidades contemporâneas. Permite a integração de processos naturais aos espaços urbanos, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental das cidades e para o bem-estar da população. Sua implementação requer planejamento e gestão adequados, mas traz benefícios significativos para as cidades e seus habitantes.

O termo "infraestrutura verde" surgiu em 1994, na Flórida, por meio do relatório da Comissão de Greenways, escrito por um grupo de especialistas em meio ambiente e planejamento urbano. O relatório foi intitulado "*Florida's Greenways and Trails System: Linking Communities and Resources*" e apresentou uma visão abrangente para a criação de uma rede de espaços verdes interconectados em todo o estado da Flórida, com o objetivo de preservar a biodiversidade, promover o desenvolvimento sustentável e melhorar a qualidade de vida das comunidades locais. Além disso, o relatório destacava a importância da infraestrutura verde para a conservação de mananciais, controle ambiental, regulação climática, recreação e lazer. Uma abordagem que visa promover a resiliência urbana e a qualidade de vida dos habitantes das cidades, por meio da incorporação da natureza no ambiente construído.

Cormier e Pellegrino (2008) apresentaram a primeira definição de infraestrutura verde em um periódico nacional, traduzindo a definição de Benedict e McMahon (2006):

Essa rede de espaços interconectados, na escala do planejamento urbano e regional, pode ser vista como uma “infraestrutura verde”, composta de áreas naturais e outros tipos de espaços abertos que conservam os valores dos ecossistemas naturais e suas funções como mananciais, controle ambiental, regulação climática, recreação e lazer, provendo uma ampla gama de benefícios para a sociedade (Cormier; Pellegrino, 2008, p. 128)

A infraestrutura verde está diretamente relacionada ao planejamento e gestão ambiental urbana, e suas tipologias são consideradas elementos estruturadores da paisagem urbana. Isso ocorre porque, no contexto dos ecossistemas urbanos, que são sistemas abertos, dinâmicos, complexos e inter-relacionados que demandam grandes quantidades de energia e matéria, gerando, conseqüentemente, resíduos e poluição em quantidades equivalentes. (Newman; Jennings, 2008), permite a combinação da produção de biomassa (sistema verde) com a circulação de água (sistema azul) por meio de inúmeras soluções técnicas que podem ser adaptadas às particularidades dos espaços urbanos antropizados (Benini, 2015).

Dessa forma, possibilita a conciliação e integração de processos naturais como uma alternativa adequada aos problemas ambientais urbanos, como a drenagem urbana. Isso contribui para a melhoria da qualidade ambiental das cidades e representa uma solução eficaz para os desafios urbanos contemporâneos.

Considerando a dinâmica da natureza no ambiente urbano, Herzog e Rosa (2010) destacam que:

As atividades humanas acontecem na paisagem onde ocorrem os processos e fluxos naturais abióticos (geológicos e hidrológicos) e bióticos (biológicos). A urbanização tradicional é baseada na infraestrutura cinza, monofuncional, focada no automóvel: ruas visam à circulação de veículos; sistemas de esgotamento sanitário e drenagem objetivam se livrar da água e do 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 conseqüências como inundações e deslizamentos, suprime áreas naturais alagadas/alagáveis e florestadas que prestam serviços ecológicos insubstituíveis em áreas urbanas (Herzog; Rosa, 2010, p. 94).

Em contrapartida, a infraestrutura verde consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados (inclui ruas e propriedades públicas e privadas), interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem. Visa manter ou restabelecer os processos naturais e culturais que asseguram a qualidade de vida urbana (Benedict; McMahon, 2006; Ahern, 2007).

Nas últimas décadas, a infraestrutura verde tem sido incorporada em planejamentos sustentáveis de longo prazo em várias cidades de muitos países. Não é um conceito

novo, mas atualmente é o mais abrangente e proporciona inúmeros benefícios para que as cidades sejam não apenas mais sustentáveis, mas mais resilientes para enfrentar os efeitos causados pelas mudanças climáticas (Ahern, 2009). Uma rede de conexões integradas, considerando os elementos naturais ou projetados e que se destina ao equilíbrio e a conservação dos processos da paisagem, promovendo benefícios econômicos, culturais e sociais. São projetos de baixo impacto e alto desempenho e deverão ser o suporte dos ecossistemas da paisagem urbana, provedores de biodiversidade e fornecedores de abrigo para fauna e flora, exercendo múltiplas funções na sociedade (Herzog; Rosa, 2010).

Nos últimos vinte anos do século XIX, Frederick Law Olmsted empreendeu um dos primeiros trabalhos a harmonizar a sustentabilidade e a resiliência da paisagem urbana com o desenvolvimento da cidade. Seu projeto envolveu a criação de uma rede de parques interligados que se estendiam ao longo das matas ciliares dos rios Stony Brook e Muddy. Essas áreas foram restauradas para reestabelecer a dinâmica hídrica, acompanhada da implementação de um sistema de esgotos. O notório *Emerald Necklace* não apenas abordou questões prementes, como os problemas de saneamento sanitário e poluição industrial que haviam levado a uma preocupante degradação ambiental, mas também lidou com enchentes frequentes que provocavam epidemias.

Este projeto, que permanece icônico até os dias de hoje, serviu como um modelo multifuncional exemplar. Além de controlar enchentes, ele contribuiu para a melhoria da qualidade do ar, da água e do solo, protege a biodiversidade, promove a mobilidade de pessoas por meio de caminhadas e ciclismo, contribuiu para a mitigação climática e oferece oportunidades de recreação e lazer à comunidade (Herzog; Rosa, 2010).

Pois, incorporar vegetação em áreas urbanas é uma das estratégias fundamentais para mitigar o fenômeno das ilhas de calor, uma vez que as plantas desempenham um papel significativo na regulação do clima urbano. A vegetação não reduz o efeito da Ilha de calor através do resfriamento do ar, mas sim porque aquece o ar em menor medida (Shinzato, 2009). Além de aumentar a permeabilidade do solo, beneficiando o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, diminuindo os riscos de alagamentos.

Diversas tipologias de infraestrutura verde têm sido adotadas com a finalidade de restabelecer as dinâmicas naturais do ambiente urbano combinadas entre si, podendo inserir-se no desenvolvimento de novos projetos ou mesmo implementadas em ambientes urbanos consolidados, por meio da renovação e adaptação de edificações e

outros espaços públicos ou privados preexistentes., contribuindo para a melhoria na qualidade de vida urbana dos grandes centros já que ela "reposiciona o espaço aberto como um dos elementos vitais para que as cidades possam ser revitalizadas, tanto ecológica como social e economicamente" (Cormier; Pellegrino, 2008, p. 141). A incorporação dessas tipologias a escala local tem por objetivo principalmente manter ou recuperar, mesmo que parcialmente, a funcionalidade da paisagem, por meio da mitigação das interferências antrópicas e da promoção e manutenção dos fluxos bióticos e abióticos (Vasconcellos, 2011).

O conceito de infraestrutura verde engloba diversas tipologias e elementos empregados no planejamento urbano com o intuito de aprimorar a gestão das águas urbanas e fomentar áreas permeáveis com vegetação. Nas quais poderiam ser implementadas dentro da área da bacia hidrográfica do córrego Água Espreada, tanto em áreas públicas quanto privadas. Dentre as tipologias de infraestrutura verde, destacam-se:


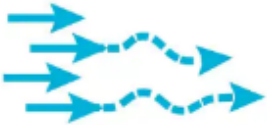
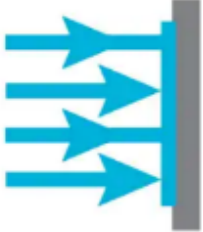

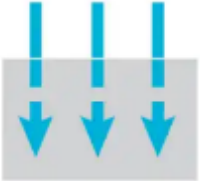
- **Bacia de Sedimentação:** Estrutura projetada para reter sedimentos de águas pluviais antes de serem liberadas em corpos d'água.
- **Bacias de Biorretenção (Jardins de Chuva):** Recursos projetados para capturar, tratar e reter águas pluviais, proveniente de telhados e demais áreas impermeabilizadas limítrofes, muitas vezes usando plantas e solo para melhorar a qualidade da água.
- **Biovaleta:** Vala projetada para tratar a água pluvial, muitas vezes usando vegetação e solo para filtrar poluentes, compostas de várias células de retenção, as quais estão ligadas entre si para facilitar o extravasamento da água pluvial de forma que ocorra em sequência, conforme a declividade do terreno (Cormier; Pellegrino, 2008).
- **Canteiro Pluvial:** Os canteiros pluviais são essencialmente jardins de chuva que foram condensados em espaços urbanos mais compactos. Eles podem incluir capacidade de infiltração, bem como um sistema de extravasamento, ou, em alguns casos que não permitem infiltração, dependem apenas da evaporação, evapotranspiração e transbordamento.
- **Cisterna:** As cisternas, utilizadas ao longo da história para coletar água da chuva, agora têm um potencial paisagístico e sustentável. Elas contribuem para reduzir o escoamento superficial e promovem o reuso da água. Essa abordagem demonstra a valorização da água doce, um recurso vital frequentemente desperdiçado (Cormier; Pellegrino, 2008).

- **Espaços Verdes Permeáveis** (agricultura urbana, jardins, parques, corredores verdes, praças etc.): Áreas verdes que permitem a infiltração de água no solo, reduzindo o escoamento superficial.
- **Grade Verde:** são redes de intervenções urbanas que combinam várias tipologias para aumentar a eficácia e eficiência das soluções técnicas. Isso permite a aplicação das soluções mais apropriadas em diferentes locais, melhorando o desempenho global do sistema. Por exemplo, em áreas com solos argilosos e terrenos íngremes, inadequados para infiltração, o escoamento superficial pode ser direcionado para locais mais adequados por meio de uma grade verde (Cormier; Pellegrino, 2008).
- **Lago Seco (ou Bacia de Detenção):** Estrutura projetada para reter água temporariamente antes de liberá-la lentamente.
- **Lagoa Pluvial (ou Bacia de Retenção ou Biorretenção):** Estruturas de gerenciamento de águas pluviais que coletam o escoamento superficial por meio de drenagens naturais ou convencionais. Uma característica distintiva dessas estruturas é a retenção de uma porção das águas pluviais captadas entre os eventos de precipitação. Isso as diferencia dos chamados "piscinões", como são conhecidas as bacias de retenção em São Paulo. Ao contrário dessas estruturas convencionais, essas podem ser projetadas para criar ambientes alagadiços, que possuem um grande valor como habitat natural, melhoram a qualidade da água e podem até ser transformados em locais de recreação e lazer, valorizando a área circundante (Cormier; Pellegrino, 2008).
- **Pavimentos Porosos:** Pavimentos que permitem a infiltração de água.
- **Teto Verde:** são sistemas de cobertura vegetal instalados em telhados, compostos por camadas de solo, membranas impermeáveis e drenagem. Eles absorvem água da chuva, reduzem o calor nas áreas urbanas, melhoram a eficiência energética dos edifícios, proporcionam habitat para a vida selvagem e prolongam a vida útil do telhado. Existem dois tipos principais: tetos verdes extensivos, mais leves e rasos, com plantas de pequeno porte; e tetos verdes intensivos, mais profundos e capazes de suportar plantas maiores (Cormier; Pellegrino, 2008).

Esses elementos são parte da estratégia de infraestrutura verde para controlar o ciclo da água urbana, incluindo sua purificação, detenção, retenção, transporte e infiltração (Tabela 12), desempenhando um papel crucial na gestão sustentável das águas urbanas,

contribuindo para a melhoria da qualidade da água, redução do escoamento superficial e promoção de espaços verdes na cidade.

Tabela 12: Estratégia de infraestrutura verde

	<p>Purificação</p>	<p>O escoamento superficial pode ser purificado por meio de um ou a combinação dos seguintes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sedimentação, • filtragem e/ou • captação biológica.
	<p>Detenção</p>	<p>Para retardar o fluxo das águas pluviais em direção ao sistema de gerenciamento de águas pluviais a jusante, o escoamento pode ser desacelerado por meio de uma variedade de métodos, como passagem por vegetação, aumento da rugosidade de uma área ou diminuição do gradiente da superfície de escoamento, além de armazenamento temporário (por algumas horas) em uma instalação no local.</p>
	<p>Retenção</p>	<p>O objetivo é aliviar o estresse no sistema de gerenciamento de águas pluviais a jusante. A água é retida por um período mais longo (em uma cisterna, bacia ou lagoa), seja para uso posterior ou até que esteja pronta para ser liberada para o sistema público de drenagem ou corpos d'água.</p>
	<p>Condução</p>	<p>Condução refere-se à medida pela qual o escoamento superficial é transportado e direcionado desde o ponto de chuva inicial até a sua descarga final. Isso é necessário para o controle de enchentes.</p>
	<p>Infiltração</p>	<p>Infiltração é o processo pelo qual a água penetra no solo para recarregar os aquíferos e lençóis freáticos, e possui o benefício adicional da purificação.</p>

Fonte: Singapore's National Water Agency – ABC Waters Guidelines, 2018, p. 32

Isto posto, entende-se que a utilização da infraestrutura verde como modelo mitigador dos impactos ambientais deve ser parte das agendas públicas. Desta forma, os fluxos naturais poderão ser reestabelecidos, com inúmeros benefícios à população, à cidade e ao meio ambiente.

A água existe sozinha, mas seu ciclo, da forma como é conhecido, depende da vegetação. Em torno dessas duas redes intrincadas, azul e verde, se desenvolvem todos os sistemas da vida (Callegaro, 2014, p. 143).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com aproximadamente 85% da população residindo em áreas urbanas no Brasil, o crescimento desordenado e frequentemente desprovido de considerações ecológicas tem resultado em um aumento constante e significativo de desastres ambientais, tornando-se uma preocupação crescente.

A relação entre urbanização e o comportamento da água é uma preocupação global que impulsiona a busca por soluções inovadoras. No que diz respeito às águas pluviais e à integração com a natureza, a abordagem com infraestrutura verde envolve o uso de diversas técnicas distribuídas em toda a bacia hidrográfica, para imitar processos naturais e lidar com questões relacionadas às águas pluviais e à integração com a natureza. Essas intervenções de menor escala, incorporadas à vida cotidiana dos residentes, têm o potencial de reduzir as dimensões e os impactos das grandes obras de engenharia do sistema tradicional.

É relevante ressaltar que a Prefeitura do Município de São Paulo, por meio da Lei 17.578/2021, estabeleceu orientações para a instalação de rotatórias, readequação geométrica ou estreitamento de vias, em que a principal diretriz é preservar ou recuperar a permeabilidade do solo, removendo a camada de asfalto original quando for tecnicamente apropriado. Além disso, a lei exige que projetos de paisagismo sejam implementados após a remoção da camada de asfalto original, e também determina que, sempre que viável, os canteiros devem ser construídos ao nível da calçada ou da superfície asfáltica, possibilitando a infiltração das águas pluviais.

Da mesma forma, é importante mencionar que, por meio da Lei 16.402/2016 (LPUOS), que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo, de acordo com a Lei 16050/2014 – Plano Diretor Estratégico (PDE), a Prefeitura do Município de São Paulo estabeleceu a quota ambiental: um conjunto de regras de ocupação que fazem com que cada lote na cidade contribua com a melhoria da qualidade ambiental, sendo que tais regras passam a incidir quando se pretender uma nova edificação ou a reforma de um edifício existente. Tais disposições corroboram com o Decreto 57.565/2016, que regulamenta procedimentos de licenciamento, controle, fiscalização e monitoramento para aplicação da Quota Ambiental (QA), conforme estipulado pela Lei nº 16.402/2016, a qual define:

“Art. 74. A quota ambiental (QA) corresponde a um conjunto de regras de ocupação dos lotes objetivando qualificá-los ambientalmente, tendo como referência uma medida da eficácia ambiental para cada lote, expressa por um índice que agrega os indicadores Cobertura Vegetal (V) e Drenagem (D).” (São Paulo, 2016).

Cada lote ou empreendimento deve alcançar uma pontuação mínima que varia de acordo com a localização na cidade (Perímetros de Qualificação Ambiental) e o tamanho do terreno (Tabela 13). Isso visa promover uma qualificação ambiental mais rigorosa em áreas críticas, manter a qualidade em áreas bem avaliadas e considerar o potencial de transformação das macroáreas. Os parâmetros para ganhar pontos podem ser combinados ou escolhidos entre várias opções (Figura 44), cada um contribuindo para a melhoria da drenagem e atenuação do microclima.

Tabela 13: Quota Ambiental: Pontuação mínima, Taxa de Permeabilidade Mínima e fatores por perímetros de qualificação ambiental

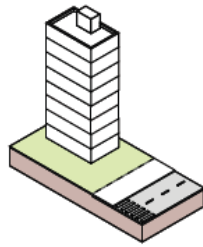
Perímetro de Qualificação Ambiental	TAXA DE PERMEABILIDADE (a) (b)		PONTUAÇÃO QA MÍNIMO					FATORES	
	Lote ≤ 500 m ²	Lote > 500 m ²	Lote > 500 e ≤ 1000 m ²	Lote > 1000 e ≤ 2500 m ²	Lote > 2500 e ≤ 5000 m ²	Lote > 5000 e ≤ 10000 m ²	Lote > 10000 m ²	Cobertura Vegetal (alfa)	Drenagem (beta)
PA 1	0,15	0,25	0,45	0,60	0,70	0,80	1,00	0,5	0,5
PA 2	0,15	0,25	0,40	0,52	0,64	0,70	0,86	0,5	0,5
PA 3	0,15	0,25	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 4	0,15	0,25	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 5	0,15	0,25	0,29	0,37	0,46	0,50	0,57	0,4	0,6
PA 6	0,15	0,20	0,34	0,44	0,55	0,60	0,71	0,5	0,5
PA 7	0,15	0,20	0,31	0,41	0,51	0,55	0,64	0,3	0,7
PA 8	0,15	0,20	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 9	0,10	0,15	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 10	0,20	0,25	0,23	0,30	0,37	0,40	0,42	0,6	0,4
PA 11	0,20	0,30	0,26	0,34	0,42	0,45	0,49	0,6	0,4
PA 12	0,20	0,30	0,26	0,34	0,42	0,45	0,49	0,5	0,5
PA 13 (c)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fonte: Quadro 3A - anexo integrante da Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016

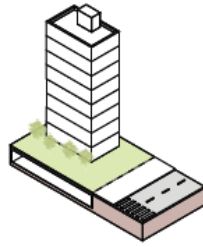
Parâmetros que podem ser utilizados para obter pontuação:

Área ajardinável

Área ajardinável sobre solo

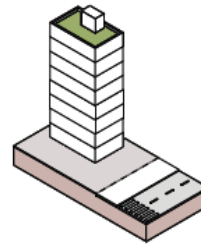


Área ajardinável sobre laje com espessura de solo



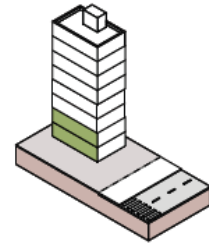
Espessura de solo inferior a 40cm
Espessura de solo superior a 40.1 cm

Cobertura verde



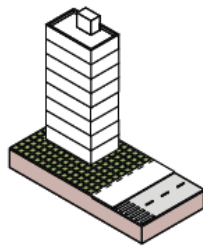
Espessura de substrato inferior a 40cm
Espessura de substrato superior a 40.1 cm

Fachada Verde

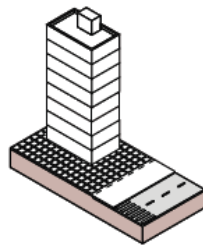


Piso semipermeável

Com vegetação

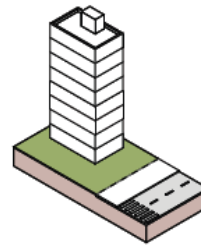


Sem vegetação

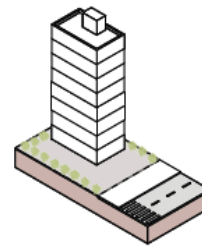


Vegetação

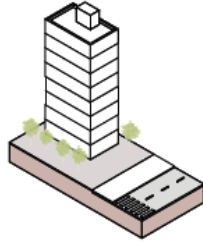
Forração



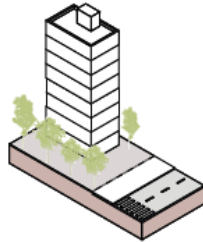
Arbusto



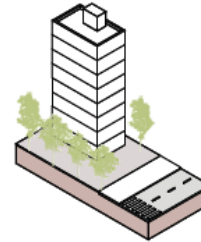
Árvore de porte pequeno



Árvore de porte médio



Árvore de porte grande



Piscininha

Reservatório de retenção

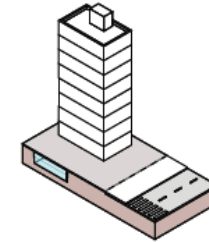


Figura 44: Parâmetros para pontuação de Qualificação ambiental (QA)

Fonte: Gestão Urbana PMSP, com base na Lei nº 16.402/2016 (LPUOS-PMSP).

A LPUOS estabelece que, para edificações novas ou reformas que afetem mais de 20% da área construída em **lotes com mais de 500 m²**, é necessária uma pontuação mínima de QA (Qualificação Ambiental), variando de acordo com o tamanho do lote e sua localização. Em lotes com **área igual ou inferior a 500 m²**, há **isenção de QA**, exceto para lotes originados de desmembramento ou desdobro em que o lote original tinha área superior à mínima exigida. Também estão isentos imóveis em determinadas áreas, como a Operação Urbana Centro com taxa de ocupação superior a 0,7, Macroárea de Contenção Urbana e Uso Sustentável, Macroárea de Preservação dos Ecossistemas Naturais no Perímetro de Qualificação Ambiental PA13. Além disso, a QA não se aplica a novas licenças de funcionamento para estacionamentos subterrâneos.

Cabe destacar que, dentre os parâmetros elencados pela quota ambiental para obtenção de pontuação, a piscininha (reservatório de retenção), já havia sido estabelecida pela Lei 13.276/2002, regulamentada pelo Decreto 41.814/2002 e revogada pela Lei 16.402/2016, citada acima, onde tornava-se obrigatória a execução de reservatório para águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, **com áreas impermeabilizadas acima de 500m²**, para projetos de reformas e obras novas de edificações. Sendo que a capacidade do reservatório deveria ser calculada com base na seguinte equação:

$$V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$$

V = volume do reservatório (m³)

A_i = área impermeabilizada (m²)

IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h

t = tempo de duração da chuva igual a uma hora.

Nota-se, portanto, que há dentro das políticas públicas intenções de melhoramentos ambientais, notadamente para lotes acima de 500m², porém, as legislações pretéritas já contavam com exigência mínima de 15% de permeabilidade do solo e frequentemente não respeitadas, tão pouco fiscalizadas, sobretudo em lotes de pequeno porte.

A expansão urbana no município de São Paulo, como demonstrada, é teoricamente regulada por meio de parâmetros como taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento (a relação entre a área construída e a área total do terreno), que servem como indicadores de densidade urbana. Além de requisitos mínimos de permeabilidade, recuos, entre outros. Embora essas diretrizes sejam teoricamente aplicadas em projetos urbanos, na prática, a fiscalização é rigorosa principalmente em grandes empreendimentos, quando efetivamente aplicada, e deixando de ser em lotes de pequenas dimensões.

Nesse contexto, torna-se evidente que a legislação municipal isenta os pequenos lotes de contribuir para a drenagem urbana no que diz respeito ao escoamento superficial. Partindo do pressuposto de que a cidade é uma entidade única, parece equivocado abordar de maneira distinta os pequenos lotes (Figura 45), uma vez que todos devem contribuir para a melhoria da cidade e para uma maior qualidade ambiental.

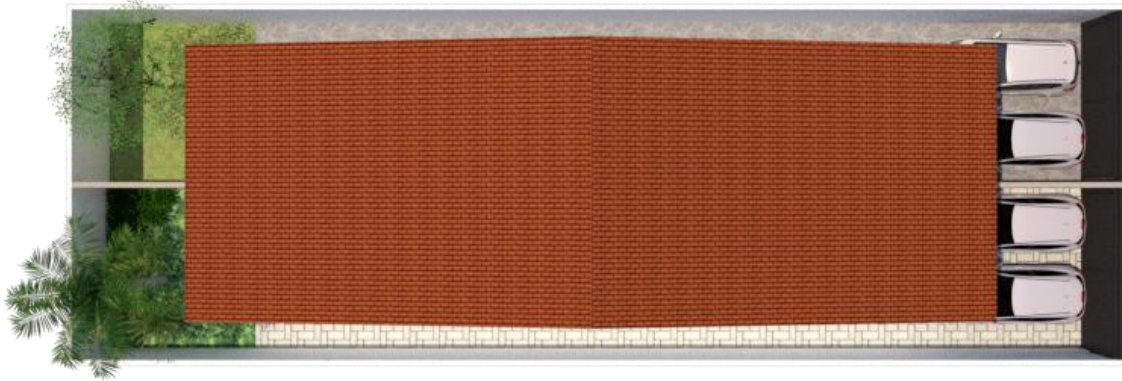


Figura 45: Exemplo de área permeável ajardinada (15%) em pequenos lotes (5x30)
Fonte: Elaborado pela autora

O presente estudo teve como objetivo provocar reflexões sobre o aproveitamento de áreas não edificadas (ou que não deveriam estar edificadas), transformando-as em espaços permeáveis – uma vez que, no cenário atual, é bastante comum a ocorrência de lotes completamente impermeabilizados (Figura 46), devido à falta de fiscalização e ao não cumprimento da legislação. Isso resulta na impermeabilização do solo e no aumento do escoamento superficial das águas pluviais, quadro que é agravado pela adoção de soluções estruturais convencionais. No entanto, é importante ressaltar que essas soluções priorizam aspectos quantitativos em detrimento dos qualitativos.



Figura 46: Lotes completamente impermeabilizados
Fonte: GeoSampa - <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>

Piscinão para quê? Se utilizarmos a infiltração na fonte, em conjunto com dosséis vegetais, onde a interceptação ocorre em média de 18,2% (Guirao; Teixeira Filho, 2013), e adotarmos tipologias de infraestrutura verde de maneira descentralizada, não apenas atingiremos nossos objetivos quantitativos, mas também alcançaremos melhorias qualitativas. Essas melhorias incluem aprimoramento da qualidade da água, redução do escoamento superficial para prevenir enchentes, fortalecimento da resiliência urbana diante de eventos climáticos extremos, criando ilhas de frescor, proporcionando ambientes urbanos mais agradáveis para o bem-estar da população e contribuindo para a preservação da biodiversidade. Em suma, essa abordagem representa uma visão mais holística e sustentável para a gestão das águas pluviais e o desenvolvimento urbano.

Porém, outra pergunta se faz necessária, *Piscinão para quem?* E não apenas o piscinão, mas todas as intervenções realizadas na atual Av. Jornalista Roberto Marinho, anteriormente conhecida como Av. Água Espriada, que estiveram diretamente relacionadas ao interesse do setor imobiliário, com o objetivo de transformá-la em um ponto central da Operação Urbana, a partir da década de 1990. Com a construção da avenida e a remoção de algumas favelas, houve uma valorização imobiliária que atualmente chega a cerca de 1000%. Com a implementação do piscinão Jabaquara, constatou-se que os moradores a jusante (em áreas de alto nível socioeconômico) ficaram satisfeitos, pois não enfrentavam mais enchentes; enquanto os moradores a montante (em áreas de médio/baixo nível socioeconômico) continuaram marginalizados, devido aos diversos pontos de alagamento ainda existentes.

Nesse cenário, a Operação Urbana Consorciada Água Espriada (OUCAE) foi influenciada pelas intervenções viárias anteriores, concentrando-se na valorização imobiliária, o que resultou na concentração de riqueza em áreas já privilegiadas e na priorização de obras viárias, em detrimento das necessidades da população.

Mais do que questionar os motivos que levam à implementação de piscinões como prática na medida de controle de cheias, este estudo buscou promover uma reflexão mais ampla e holística sobre o ambiente em que vivemos. Isso se deve ao fato de que a construção de "piscinões" representa uma solução paliativa, uma resposta posterior à urbanização desordenada que, por sua própria natureza, contribuiu para a excessiva impermeabilização do solo e a ocupação de áreas de várzea. Além disso, esse tipo de intervenção implica em custos significativos de implantação e manutenção.

Nesse contexto, foram identificadas oportunidades viáveis para a retenção das águas pluviais na fonte, de forma descentralizada, contribuindo de forma significativa para o restabelecimento do equilíbrio hídrico, transformando e requalificando os espaços: facilitando a expansão da cobertura vegetal no território da bacia hidrográfica, mantendo temperatura e umidade do ar adequadas para o conforto dos habitantes, e reduzindo significativamente o escoamento superficial e a poluição difusa, além de reeducar a população quanto ao manejo do ambiente em que vivem.

É importante ponderar se, em algum momento, o bem-estar coletivo prevalecerá sobre interesses individuais, e se a conscientização ambiental e a responsabilidade cidadã se tornarão elementos fundamentais na busca por soluções sustentáveis. Essa reflexão permitirá explorar soluções alternativas, que contribuam para a melhoria da qualidade de vida urbana a longo prazo.

Da mesma forma, é importante considerar a cidade de uma perspectiva paisagística, por meio de um movimento que busque criar paisagens urbanas que imitem as funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais. Essa abordagem seria parte de uma estratégia para desenvolver espaços urbanos abertos que vão além da estética, desempenhando papéis críticos na gestão das águas urbanas, no clima, na promoção da biodiversidade, nas opções de mobilidade, na acessibilidade e na criação de uma identidade local mais atraente e sustentável. A infraestrutura verde é uma forma de reconhecer e aproveitar os serviços que a natureza pode oferecer no ambiente urbano (Cormier; Pellegrino, 2008).

Ir além dos limites estabelecidos pelos parâmetros urbanísticos não é moralmente considerado como ato de vandalismo, mas como direito natural de agregar valor à propriedade; por isso, é algo praticado por pobres e ricos. As violações são consideradas externalidades, que afetam a comunidade como um todo, e os infratores muitas vezes não têm consciência dos impactos negativos causados – como, por exemplo, o aumento na demanda por água, ocorrência de enchentes, alterações climáticas, congestionamentos e poluição. No entanto, tanto o poder público, quanto a sociedade em geral parecem não assumir plenamente a responsabilidade por essa situação.

Os recorrentes alagamentos, que poderiam ser mitigados ou até evitados com uma abordagem mais responsável e menos orientada pelo capitalismo, refletem uma percepção equivocada da população de que o poder público tem a obrigação exclusiva de resolver todos esses problemas, embora este possua uma grande parcela de

responsabilidade. É essencial reconhecer que muitos desses desafios foram exacerbados tanto pelo poder público quanto pela própria população, que não compreende completamente as consequências negativas da falta de áreas verdes e da impermeabilidade do solo em áreas urbanas, inclusive nos seus quintais. As diretrizes que exigem a permeabilidade do solo, presentes em diversas leis de uso e ocupação do solo, frequentemente não são seguidas; e as autoridades públicas não apenas falham em fiscalizar, como também não promovem a conscientização sobre a importância da infiltração de água pluvial no local de origem, acarretando inúmeros prejuízos à cidade e a sociedade como um todo.

A persistência da tolerância em relação à ausência de responsabilidade individual em relação a essas questões é preocupante, pois compromete significativamente a capacidade de uma cidade lidar com os desafios que surgem. É fundamental considerar a criação de uma cultura de responsabilidade coletiva, com a ampla participação da sociedade, para contribuir para um futuro com cidades mais sustentáveis.

O homem não pode alterar as condições geológicas do terreno para o tornar mais permeável; pode, porém, deixar de suprir, como pode estabelecer ou restabelecer condições naturais acessórias para que as águas das chuvas se detenham na sua descida rápida pelas encostas e pelos talvegues torrenciais, e nas dilatações pelas várzeas alagadiças, de modo a retardar afluência do volume total que tenha de se escoar pelo curso principal." (Saturnino de Brito, 1925).

O caminhante se priva de contemplar a natureza, quando se depara apenas com muros, áreas secas, impermeabilizadas. O quintal, que outrora rendia frutos, agora só oferece conforto ao seu automóvel. Uma cultura que cultiva o automóvel desde sua chegada, priorizando o transporte individual, impondo diretrizes e causando inúmeros impactos no sistema viário e na drenagem urbana, assim como no próprio indivíduo.

Nos meandros do concreto, notamos a resiliência da natureza: ora uma samambaia, ora um tapete inglês, causando estranhamento aos olhos sensíveis de quem os vê e os percebe, trazendo consigo o desvelamento da natureza sob suas camadas.

Já é hora de (re)descobrir nosso solo e ver brotar em nossos quintais novos ares, em novos pomares.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo** [1957]. Ed. facsimilar comemorativa (50 Anos). Cotia: Ateliê Editorial, 2007.
- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Edusp/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.
- ABRIL, M. J. **Piscinões. O projeto de retenção de água pluvial na região metropolitana de São Paulo**. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-18122017-151205/>. Acesso em: 11 dez. 2022.
- AHERN, J. **Cultivation of Novel Nature for Urban Resilience**. University of Massachusetts: Amherst, 2009.
- AHERN, J. Green infrastructure for cities: the spatial dimension. *In*: NOVOTNY, V., BROWN, P. **Cities of Future: Towards Integrated Sustainable Water Landscape Management**. London: IWA Publishing, 2007.
- AHERN, J; PELLEGRINO, P; BECKER, N. Performance, appearance, economy, and working method. *In*: **Revising green infrastructure, concepts between nature and design**. Massachusetts: Amherst, 2014. p. 387-405
- ALFREDO, A. **A luta pela cidade na metrópole de São Paulo: do projeto à construção da Avenida Água Espraiada**. 1999. 189 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ALVAREZ, I. A. **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação**. 2004. 209 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5734**: Peneiras para ensaio com telas de tecido metálico. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6457**: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7181**: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2018.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo**, v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/97783>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>. Acesso em: 12 set. 2023.

BARTALINI, Vladimir. A trama capilar das águas na visão cotidiana da paisagem. **Revista Usp**, n. 70, p. 88-97, 2006.

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure**: Linking Landscapes and Communities. Island Press, Washington, 2006.

BENINI, S. M. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana**: estudo de caso da cidade de Tupã/SP. 2015. 220 p. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente, 2015.

BLANES, L. **Análise dos biótipos da bacia hidrográfica do córrego Águas Espriadas-São Paulo**. 2006. 132 p. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006:

BLANES, L; ROSS, J. L. S. O processo de urbanização e as enchentes na Bacia Hidrográfica do Córrego Águas Espriadas – São Paulo-SP. **V Simpósio Nacional de Geomorfologia – I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia**. UFSM-RS, 02 a 07 de agosto de 2004. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/5/6/Lucilia%20Blames.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

BONDUKI, N. **Origens da habitação social no Brasil, Arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria**. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.

BONZI, R. Paisagem como infraestrutura verde. *In*: VARGAS, H. C. (Coord.); PELLEGRINO, P. R. M.; MOURA, N. (Orgs.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. São Paulo: Manole, 2017. p. 1-24.

BRAKENSIEK, D. L.; RAWLS, W. J. Green-Ampt Infiltration Model Parameters for Hydrologic Classification of Soils. *In*: **Specialty Conference on Advances in Irrigation and Drainage: Surviving external pressures**, July, 20-22, 1983, Jackson, Wyoming, USA, p. 226-233.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257/2001** (Estatuto da Cidade), promulgada em 10 set. 2001. **Diário Oficial da União**, Seção I (Atos do Poder Legislativo), nº 133, 11 set. 2001.

CALLEGARO, C. G. J. **Operação urbana consorciada Água Espriada: um olhar sobre a distribuição da chuva na fonte**. 2014. 305 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

CAMPOS, J. B. N. **Análise hidrológica experimental de lotes urbanos sob formas diferenciadas de ocupação e controle de inundação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CASTILHO, J. V. **A favelização do espaço urbano em São Paulo**. Estudo de caso: Heliópolis e Paraisópolis. 2013. Dissertação (Mestrado em Habitat). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). **Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais do Cemaden**. 2023. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/#>

CENGIZ, B. **Urban River Landscapes**. *Advances in Landscape Architecture*, London: Murat Ozyavuz, ch. 21, p. 978-753, 2013.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Drenagem urbana: manual de projeto**. 1.ed. São Paulo: DAEE/CETESB, 1986, 466p.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 25, p. 127-142, jun. 2008. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962/111750>. Acesso em: 03 jan. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i25p127-142>.

COSTA, Luiz Augusto Maia. **O ideário urbano paulista na virada do século. O Engenheiro Theodoro Sampaio e as questões territoriais e urbanas modernas (1886-1903)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CUSTÓDIO, V. **Escassez de água e inundações na região metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Humanitas/Fapesp, 2012.

DELIJAICOV, Alexandre. **Os rios e o desenho urbano da cidade**: proposta de projeto para a orla fluvial da Grande São Paulo. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ELRICK, D. E.; REYNOLDS, W. D.; TAN, Kim-Ann. Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analyses. **Groundwater Monitoring & Remediation**, v. 9, n. 3, p. 184-193, 1989.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.

FERREIRA, Paulo Emílio Buarque. **O filé e a sobra**: as favelas no caminho do capital imobiliário. 2017. 289 p. Tese (Doutorado em Habitat). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

FIX, M. **Parceiros da exclusão: duas histórias da construção de uma "nova cidade" em São Paulo: Faria Lima e Água Espreada**. São Paulo: Boitempo, 2001.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume, FAPESP, 2001.

GESTÃO URBANA SP. Prefeitura da Cidade de São Paulo. **Quota ambiental**. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/cota-ambiental-2/>. Acesso em 10 jul. 2023.

GOMES, T. A. T.; COSTA, K. S. Estudo do coeficiente de permeabilidade em ensaios de poço pelo padrão ABGE: Complexo Alcalino Carbonatítico do Barreiro (CACB), Araxá-MG. **XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 2016. DOI: 10.14295/ras.v0i0.28762.

GUERESI, S.; SILVA, J. R. F. Ativação de capacidades estatais na gestão das operações urbanas na cidade de São Paulo - 2013-2016. **XX ENANPUR**, Belém, maio 2023. Disponível em: <https://anpur.org.br/wp-content/uploads/2023/05/st02-22.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

GUIRAO, A. C., TEIXEIRA FILHO, J. Interceptação das chuvas em uma floresta urbana: a ARIE Mata de Santa Genebra, Campinas (SP). In: **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2013. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/66/SBRH2013_PAP013068.pdf. Acesso em: 25 jan. 2024.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista LabVerde**, FAUUSP, São Paulo, n.1, out. 2010, p. 91-115.

HUBER, J. *et al.* **Low Impact Development: a design manual for urban areas**. Arkansas: Fayetteville, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL (INMET). **Gráficos climatológicos (1931/2020)**. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/>. Acesso em 05 ago. 2023.

KEPPKE, R. S. **São Paulo, as desigualdades sociais e o descontrole de uso e ocupação do solo**. 2007. 344 p. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

LIMA, G. A.; PELLEGRINO, P. Parques lineares do Tremembé: o uso de infraestruturas verdes na criação de um sistema de espaços livres. **Paisagem e Ambiente: Ensaios**, n. 35, 2015, p. 179-196. DOI: 10.11606/ISSN.2359-5361.V0I35P179-196.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**: Hucitec, 1984.

MACHADO, R. P. P.; KAKO, I. S. **A cartografia da expansão da cidade de São Paulo no período de 1881 a 2001**. IV Simpósio Ibero-Americano de história da cartografia, Lisboa, set. 2012. DOI: 10.13140/RC.2.1.4960.9045.

MACHADO, R. P.; KUBRUSLY, Vi.; BARROZO, L.; MINGYU, C; GU, Chaolin. Social cartography of São Paulo Metropolitan Area: A multivariate analysis applied to the urban continuum. **Geographical Research (IGSNRR - China)**, 2016. ISSN 1000-0585. DOI: 10.11821/dlyj201607012.

MARIANO, M. S. M. **Urbanização e inundações**: modelagem hidrológica de três cenários distintos de uso e ocupação do solo na bacia do córrego do Pinheirinho, Várzea Paulista, SP. 2021. Trabalho de Graduação Individual (Bacharelado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, SP. 2021.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas: Edunicamp. 2018

MARTINS, C. A. **Estimativa da evapotranspiração no estado de São Paulo utilizando um modelo da biosfera**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 2011.

MARTINEZ JUNIOR, F.; MAGNI, N. L. G. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE/CTH, 1999.

MASSAD, F. **Mecânica dos solos experimental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

MATTES, D. **O Espaço das Águas: as várzeas de inundação na cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. 2001

MATOS, O. N. **Café e ferrovias**: a evolução ferroviária de São Paulo e o desenvolvimento da cultura cafeeira. São Paulo: Alfa-Ômega, 1974.

MONBEIG, Pierre. O crescimento da cidade de São Paulo. *In*: SZMRECSÁNYI, Tamás (Org). **História econômica da cidade de São Paulo**. São Paulo: Globo, 2004.

MOREIRA, M. R. S. **Mitos e monumentos: a construção de identidades paulistanas (1920-1955)**. Dissertação (Mestrado em História). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

MORSCH, M. R. S. *et al.* Variações microclimáticas e conforto térmico em uma cidade de porte médio. *In: XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Porto Alegre: ANTAC, 2018. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/download/1377/1137/4338>. Acesso em: 14 jul. 2023.

MORSE, R. **Formação histórica de São Paulo**. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1970.

MUSGRAVE, G. W. How much of the rain enters the soil? *In: USDA. Water: The yearbook of agriculture*, 1955. p.151-159.

NAKAZONE, L. M. **Implantação de reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais: a experiência da CDHU**. 2005. 287 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

NEWMAN, P.; JENNINGS, I. **Cities as Sustainable Ecosystems: Principles and Practice**. Island Press, Washington 2008.

NOBRE, E. C. Quem ganha e quem perde com os grandes projetos urbanos? Avaliação da Operação Urbana Consorciada Água Espreada em São Paulo. **Cadernos Ippur**, v. 23, n. 1, p. 203-219, 2009.

OSELLO, M. A. **Planejamento urbano em São Paulo (1899/1961): introdução ao estudo dos planos e realizações**. 1983. 290 f. Dissertação (Mestrado em Administração). Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1983.

PASTERNAK, S. Espaço e população nas Favelas em São Paulo. *In: XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais*, Ouro Preto, Minas Gerais, nov. 2002.

PAULINO, J. **O pensamento sobre a favela em São Paulo: uma história concisa das favelas paulistanas**. 2007. Dissertação (Mestrado em Habitat). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PELLEGRINO, P.; MOURA, N. (Coord.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. São Paulo: Manole, 2017.

PEREZ, L.P. **Índice de vulnerabilidade urbana a alagamentos e deslizamentos de terra, em função de eventos extremos de clima, na Região Metropolitana de São Paulo: uma proposta de método**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras, e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PESSOA, D. F. **O processo de retificação do rio Tietê e suas implicações na cidade de São Paulo, Brasil**. Paisagem e Ambiente, [S. l.], v. 30, n. 44, p. e158617, 2019. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.paam.2019.158617. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/158617>. Acesso em: 6 fev 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO [PMSP]. **Geosampa: Mapa Cartográfico da Cidade de São Paulo**. São Paulo, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO [PMSP]. **Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Água Espreada**. São Paulo: SIURB/FCTH, 2016.

RAGONHA, J.; CORRÊA, L. Infraestrutura verde-azul na Bacia do Alto Mandaqui: conectando fragmentos verdes através do caminho das águas. **Revista Labverde**, n. 12, p. 42-68, 2016. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.v0i12p42-68. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/117549>. Acesso em: 14 jul. 2023.

REICHARDT, K. **A água nos sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987.

REIS, A. A. **Entre torres e escritórios no setor Chucri Zaidan: expansão recente do complexo corporativo da metrópole em São Paulo**. 2023. Trabalho de Graduação Individual (Bacharelado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

REZENDE, V. S.; RIBEIRO, V. O.; MENDES, Y. S. Determinação dos valores de número de deflúvio (CN) para o perímetro urbano de Dourados-MS. 2018. **Anais do 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro de 2018. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 230-239. Disponível em: <https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2018/Anais-Geopantanal/pdfs/p37.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

SAES, F. A. M. **As ferrovias de São Paulo 1870-1940**. São Paulo: Hucitec, 1981.

SANDERS, R. A. Urban Vegetation Impacts in the Urban Hydrology of Dayton Ohio. **Urban Ecology**, n. 9, 1984, p. 361-376.

SANTOS, F. A. A capital paulista, suas águas e seu espaço (1890-1940): diferentes ações, um sentido. **América Latina en la Historia Económica**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 1-25, 2021. DOI: 10.18232/alhe.1125. Disponível em: <http://alhe.mora.edu.mx/index.php/ALHE/article/view/1125>. Acesso em: 10 set. 2023.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado, fundamentos teórico e metodológico da geografia**. São Paulo: Hucitec, 1988.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 13.260/2001**. Estabelece diretrizes urbanísticas para a área de influência da atual Avenida Água Espraiada, de interligação entre a Avenida Nações Unidas (Marginal do Rio Pinheiros) e a Rodovia dos Imigrantes, cria incentivos por meio de instrumentos de política urbana para sua implantação, institui o Grupo de Gestão, e dá outras providências. Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, SP. 28 dez. 2001.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 13.276/2002**. Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m². Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, SP. 05 jan. 2002.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 41.814/2002**. Regulamenta a lei nº 13.276, de 4 de janeiro de 2002, que torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00 m². Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, SP. 16 mar. 2002.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 13.769/2004**. Estabelece programa de melhorias para a área de influência definida em função da interligação da Avenida Brigadeiro Faria Lima com a Avenida Pedroso de Moraes e com as Avenidas Presidente Juscelino Kubitschek, Hélio Pellegrino, dos Bandeirantes, Engº Luis Carlos Berrini e Cidade Jardim, adequando-a à Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade). Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, SP. 26 jan. 2004.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 15.416/2011**. Altera os arts. 3º, 22, 25 e 28 da Lei nº 13.260, de 28 de dezembro de 2001, que aprovou a Operação Urbana Consorciada Água Espreada. Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, SP. 22 jul. 2011.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.050/2014**. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, SP. 31 jul. 2014.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.402/2016**. Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do Município, e dá outras providências. Diário Oficial do Município de São Paulo. São Paulo, SP, 23 mar. 2016.

SÃO PAULO (Município). **Decreto nº 57.565/2016**. Regulamenta procedimentos de licenciamento, controle, fiscalização e monitoramento para aplicação da Quota Ambiental (QA) bem como para a concessão do Incentivo de Certificação, nos termos da Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, SP. 27 dez. 2016.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 16.975/2018**. Aprova o Plano Urbanístico Complementar do Setor Chucri Zaidan da Operação Urbana Consorciada Água Espreada, nos Distritos de Santo Amaro e Itaim Bibi, altera a Lei nº 13.260, de 28 de dezembro de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial do Município de São Paulo. São Paulo, SP, 03 set. 2018.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 17.541/2020**. Aprova os melhoramentos públicos complementares do Plano Urbanístico Chucri Zaidan/Berrini em cumprimento ao art. 21 da Lei nº 16.975, de 3 de setembro de 2018. Diário Oficial do Município de São Paulo. São Paulo, SP, 21 dez. 2020.

SÃO PAULO (Município). **Lei nº 17.578/2021**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de canteiros em casos de readequação geométrica, rotatórias, estreitamento de vias e casos similares, mantendo-se ou estabelecendo a permeabilidade do solo, ou seja, com a remoção do capeamento asfáltico original, expondo o solo antes da instalação, e dá outras providências. Diário Oficial do Município de São Paulo. São Paulo, SP, 26 jul. 2021.

SÃO PAULO (Município); SP-URBANISMO (São Paulo Urbanismo). **Caderno de Gestão da Operação Urbana Consorciada Água Espreada 2017-2020**. São Paulo, 2020.

SARTORI, A. **Desenvolvimento de critérios para classificação hidrológica de solos e determinação de valores de referência para o parâmetro CN**. 2011. 235 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2010.

SEABRA, O. C. L. O sistema Light e a representação social dos rios e várzeas de São Paulo. *In: Atas do II Simpósio Internacional: Eletrificação e Modernização Social. A expansão da energia elétrica para a periferia do capitalismo*. São Paulo: Universidade de São Paulo e Universidad de Barcelona/Geocrítica, 2015. Disponível em: <http://www.ub/geocrit/IISimp-Eletr-SaoPaulo/IISimp-eletr-portada>. Acesso em: 14 jul. 2023.

SEABRA, O. C. L. **Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros – valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo**. 1987. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SEABRA, O. C. L. Urbanização e industrialização: rios de São Paulo. **Labor & Engenho**, v. 9, n. 1, p. 37-48, jan/mar 2015.

SEGAWA, H. **Prelúdio da metrópole: arquitetura e urbanismo em São Paulo na passagem do século XIX ao XX**. São Paulo: Atelier Editorial, 2000.

SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. 2009. 173 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILVA, M. A. T. **O ambiente fluvial das várzeas no espaço da metrópole: a bacia do Pirajuçara na metropolização de São Paulo**. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SINEEVA, Natalya. Some aspects of sustainable urban planning using environmental solutions. *In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. p. 042024. DOI 10.1088/1755-1315/937/4/042024.

SINGAPORE'S NATIONAL WATER AGENCY. **Active, beautiful, clean waters (ABC Waters) Programme – Design Guidelines**. Singapura, 2018.

SIURB/FTCH. **Caderno de bacia hidrográfica: córrego Água Espraiada**. Fundação. Centro Tecnológico de Hidráulica (Org.): São Paulo, 2016.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. Soil survey manual. *In: Soil Conservation Service*. U.S. Department of Agriculture Handbook, v. 18, 1993.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito: a natureza do desenho da cidade**. Tradução de Paulo Renato Mesquita Pellegrino. São Paulo: Edusp, 1995.

SZMRECSÁNYI, Tamás (Org). **História econômica da cidade de São Paulo**. São Paulo: Globo, 2004.

TASSI, R.; ALLASIA, D. G.; MELLER, A.; MIRANDA, T. C.; HOLZ, J.; SILVEIRA, A. L. L. Determinação do parâmetro *curve number* para sub-bacias urbanas do arroio Dilúvio – Porto Alegre/RS. *In: I Simpósio de Recursos Hídricos Sul Sudeste*, Curitiba, ABRH, 2006.

TRANI, E. **Problemas ambientais urbanos: Região Metropolitana de São Paulo**. CETESB, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Aula-7-Políticas-Urbanas-Eduardo-Trani.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

TUCCI, C. E. M. Parâmetros do Hidrograma Unitário para bacias urbanas brasileiras. **RBRH**, Porto Alegre, v.8, n. 2, p. 195-199, 2003.

VASCONCELLOS, A. A. **Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana na bacia ambiental do córrego D’Antas, Nova Friburgo – RJ**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.

WILHEIM, J. **São Paulo: uma interpretação**. São Paulo: Senac São Paulo, 2011.

ANEXOS

ANEXO 1. Análises granulométricas dos 9 locais estudados em campo – Bacia Hidrográfica do Córrego Água Espreada

GRANULOMETRIA																			
INTERESSADO:		PATRÍCIA			LOCAL:		Tambor												
ORDEM N°	1	Amostra: 1		PROFUNDIDADE (m):		0		DATA: 06/12/2019											
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE				PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)															
CÁPSULA	N°	100	6	A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA:			831,35												
Ph - T	mg	60,63	59,63	B) SOLO SECO RETIDO # 10:			60,94												
Ps - T	mg	59,82	58,86	C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a-b):			770,41												
ÁGUA	mg	0,81	0,77	D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B) / (1+h):			753,06												
TARA	mg	24,44	25,63	E) AMOSTRA TOTAL SECA (b+d):			814,00												
P. SECO	mg	35,38	33,23	PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)															
UMIDADE:	%	2,29	2,32	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps		83		50,50											
h MÉDIA	%	2,30		PESO DA AMOSTRA SECA:		49,36													
DENSIDADE DOS GRÃOS																			
PICNÔMETRO		12		TEMP. °C:		29,0		PICNÔMETRO		6		TEMP. °C:		29,0					
SOLO ÚMIDO		cps		147		g		59,28		SOLO ÚMIDO		cps		137		g		47,04	
(A) SOLO SECO						mg		57,95		(A) SOLO SECO						mg		45,98	
(B) PICNÔMETRO - ÁGUA						mg		1345,13		(B) PICNÔMETRO + ÁGUA						mg		1281,62	
(A) + (B)						mg		1403,08		(A) + (B)						mg		1327,60	
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO						mg		1376,19		(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO						mg		1311,54	
(A) + (B) - (C)						mg		26,89		(A) + (B) - (C)						mg		16,06	
DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,155				DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,863							
PENEIRAMENTO GROSSO					205					PENEIRAMENTO FINO					214				
PENEIRA	N°	DIÂMETROS φ (mm)		PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ		D φ (mm)		PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ		% < φ					
		RETIDO	PASSADO					RETIDO	PASSADO	PARCIAL									
	50	0,00	814,00	100,00		1,20	1,30	48,06		97,37				90,08					
	38	0,00	814,00	100,00		0,60	5,58	43,78		88,70				82,06					
	25	0,00	814,00	100,00		0,42	8,74	40,62		82,29				76,13					
	19	17,26	796,74	97,88		0,30	11,30	38,06		77,11				71,34					
	9,5	32,17	781,83	96,05		0,15	16,96	32,40		65,64				60,73					
	4	38,75	775,25	95,24		0,075	20,38	28,98		58,71				54,32					
	10	60,94	753,06	92,51															
SEDIMENTAÇÃO																			
TEMP. °C	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	CORREGIDA (Lc)	γ _s	DIÂMETRO DO GRÃO φ (mm)	Q % < φ										
27,0	30 seg.	10:00	20,00	12,50	3,80	16,20	0,9965	0,0658	50,36										
27,0	1 min.	10:01	20,00	12,50	3,80	16,20	0,9965	0,0465	50,36										
27,0	2	10:02	19,00	12,70	3,80	15,20	0,9965	0,0331	47,25										
27,0	4	10:04	19,00	11,60	3,80	15,20	0,9965	0,0224	47,25										
27,0	8	10:08	19,00	11,60	3,80	15,20	0,9965	0,0158	47,25										
27,0	15	10:15	19,00	11,60	3,80	15,20	0,9965	0,0116	47,25										
27,0	30	10:30	18,00	11,90	3,80	14,20	0,9965	0,0083	44,15										
27,0	1 hora	11:00	17,50	12,00	3,80	13,70	0,9965	0,0059	42,59										
27,0	2	12:00	17,50	12,00	3,80	13,70	0,9965	0,0042	42,59										
27,0	4	14:00	16,50	12,25	3,80	12,70	0,9965	0,0030	39,48										
28,0	7	17:00	16,00	12,40	3,60	12,40	0,9963	0,0022	38,54										
28,5	24	10:00	15,00	12,70	3,50	11,50	0,9961	0,0012	35,74										
DENSIMETRO N°	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS % DE MAT. PASSADO (â) =			Q = $\frac{\delta - \gamma_s}{\delta - \gamma_s} \cdot L_c$		Ps											
78459			2,509			# 10 (a) -		92,51											
CARACTERIZAÇÃO TACTIL VISUAL :																			

GRANULOMETRIA									
INTERESSADO: PATRÍCIA					LOCAL: Tambor				
ORDEM N°	1	Amostra: 2			PROFUNDIDADE (m): 0			DATA: 06/12/2019	
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)				
CÁPSULA	N°	34	165		A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA:			977,28	
Ph + T	g	52,61	67,84		B) SOLO SECO RETIDO # 10:			29,80	
Ps + T	g	51,83	66,75		C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a-b):			947,48	
ÁGUA	g	0,78	1,09		D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B)/(1-h):			922,51	
TARA	g	22,87	26,67		E) AMOSTRA TOTAL SECA (b+d):			952,31	
P. SECO	g	28,96	40,08		PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)				
UMIDADE	%	2,69	2,72		PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps 89			58,63	
h MÉDIA	%	2,71			PESO DA AMOSTRA SECA:			57,09	
DENSIDADE DOS GRÃOS									
PICNÔMETRO	2	TEMP. °C: 26,0			PICNÔMETRO	12	TEMP. °C: 26,0		
SOLO ÚMIDO	cps	43	g 58,04		SOLO ÚMIDO	cps	120	g 50,59	
(A) SOLO SECO			g 56,51		(A) SOLO SECO			g 49,26	
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g 1275,96		(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g 1345,91	
(A) - (B)			g 1332,47		(A) + (B)			g 1395,17	
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g 1309,97		(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g 1374,06	
(A) + (B) - (C)			g 22,50		(A) + (B) - (C)			g 21,11	
DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)					DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				
2,512					2,334				
PENEIRAMENTO GROSSO 136					PENEIRAMENTO FINO 81				
PENEIRA N°	DIÂMETROS ϕ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA			D ϕ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < ϕ PARCIAL	% < ϕ
		RETIDO	PASSADO	% < ϕ		RETIDO	PASSADO		
	50	0,00	952,31	100,00					
	38	0,00	952,31	100,00	1,20	1,74	55,35	96,95	93,92
	25	0,00	952,31	100,00	0,60	8,45	48,64	85,20	82,53
	19	0,00	952,31	100,00	0,42	12,80	44,29	77,58	75,15
	9,5	12,76	939,55	98,66	0,30	16,06	41,03	71,87	69,62
4	4,8	15,34	936,97	98,39	0,15	24,64	32,45	56,84	55,06
10	2	29,80	922,51	96,87	0,075	30,89	26,20	45,89	44,45
SEDIMENTAÇÃO									
TEMP. °C	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO L. (ΔL)	L. CORREGIDA (Lc)	γ_a	DIÂMETRO DO GRAO ϕ (mm)	Q % < ϕ
27,0	30 seg.	10:00	18,00	13,00	3,80	14,20	0,9965	0,0691	40,93
27,0	1 min.	10:01	17,00	13,20	3,80	13,20	0,9965	0,0492	38,05
27,0	2	10:02	16,00	13,50	3,80	12,20	0,9965	0,0352	35,17
27,0	4	10:04	16,00	12,40	3,80	12,20	0,9965	0,0238	35,17
27,0	8	10:08	15,00	12,70	3,80	11,20	0,9965	0,0171	32,29
27,0	15	10:15	14,50	12,80	3,80	10,70	0,9965	0,0125	30,85
27,0	30	10:30	13,50	13,05	3,80	9,70	0,9965	0,0089	27,96
27,0	1 hora	11:00	13,00	13,20	3,80	9,20	0,9965	0,0064	26,52
27,0	2	12:00	12,50	13,35	3,80	8,70	0,9965	0,0045	25,08
28,0	4	14:00	12,00	13,50	3,60	8,40	0,9963	0,0032	24,21
28,0	7	17:00	11,00	13,70	3,60	7,40	0,9963	0,0024	21,33
28,5	24	10:00	10,00	14,00	3,50	6,50	0,9961	0,0013	18,73
DENSIMETRO N°	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS % DE MAT. PASSADO (δ) =			# 10 (a) =		Q = $\frac{\delta - \gamma_a}{\delta - \gamma_s} \cdot L_c$ Ps	
78459			2,423			96,87			
CARACTERIZAÇÃO TÁCTIL VISUAL :									

GRANULOMETRIA										
INTERESSADO: PATRÍCIA					LOCAL: Tambor					
ORDEM Nº	1	Amostra: 3			PROFUNDIDADE (m):	0	DATA:	06/12/2019		
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)					
CÁPSULA	Nº	163	36	A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA :			983,42			
Ph + T	g	69,70	59,32	B) SOLO SECO RETIDO # 10 :			58,27			
Ps + T	g	68,68	58,49	C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a - b) :			925,15			
ÁGUA	g	1,02	0,83	D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B) / (1+h) :			902,58			
TARA	g	28,11	25,13	E) AMOSTRA TOTAL SECA (b+d) :			960,85			
P. SECO	g	40,57	33,36	PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)						
UMIDADE	%	2,51	2,49	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps		86	60,22			
h MÉDIA	%	2,50			PESO DA AMOSTRA SECA:		58,75			
DENSIDADE DOS GRÃOS										
PICNÔMETRO	16	TEMP. °C:			26,0	PICNÔMETRO	16	TEMP. °C:		29,0
SOLO ÚMIDO	cps	193	g	51,30	SOLO ÚMIDO	cps	194	g	54,49	
(A) SOLO SECO			g	50,05	(A) SOLO SECO			g	53,16	
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1223,21	(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1222,53	
(A) - (B)			g	1273,26	(A) + (B)			g	1275,69	
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1252,71	(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1254,24	
(A) + (B) - (C)			g	20,55	(A) + (B) - (C)			g	21,45	
DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,436	DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,478	
PENEIRAMENTO GROSSO					126	PENEIRAMENTO FINO				89
PENEIRA Nº	DIÂMETROS φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA			% < φ	D φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ PARCIAL	% < φ
		RETIDO	PASSADO	RETIDO			PASSADO			
	50	0,00	960,85	100,00						
	38	0,00	960,85	100,00	1,20	1,29	57,46	97,80	91,87	
	25	0,00	960,85	100,00	0,60	4,42	54,33	92,48	86,87	
	19	0,00	960,85	100,00	0,42	6,67	52,08	88,65	83,27	
	9,5	3,95	956,90	99,59	0,30	9,16	49,59	84,41	79,29	
4	4,8	19,50	941,35	97,97	0,15	16,75	42,00	71,49	67,15	
10	2	58,27	902,58	93,94	0,075	22,08	36,67	62,42	58,63	
SEDIMENTAÇÃO										
TEMP. °C	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	L CORREGIDA (Lc)	γ _s	DIÂMETRO DO GRAO (mm)	Q	% < φ
27,0	30 seg.	10:00	26,00	10,90	3,80	22,20	0,9965	0,0625	59,71	
27,0	1 min.	10:01	25,00	11,10	3,80	21,20	0,9965	0,0446	57,02	
27,0	2	10:02	25,00	11,10	3,80	21,20	0,9965	0,0315	57,02	
27,0	4	10:04	25,00	10,00	3,80	21,20	0,9965	0,0212	57,02	
27,0	8	10:08	24,50	10,15	3,80	20,70	0,9965	0,0151	55,68	
27,0	15	10:15	24,00	10,30	3,80	20,20	0,9965	0,0111	54,33	
27,0	30	10:30	23,50	10,45	3,80	19,70	0,9965	0,0079	52,99	
27,0	1 hora	11:00	23,00	10,60	3,80	19,20	0,9965	0,0056	51,64	
27,0	2	12:00	22,50	10,70	3,80	18,70	0,9965	0,0040	50,30	
28,0	4	14:00	22,00	10,80	3,60	18,40	0,9963	0,0028	49,49	
28,0	7	17:00	21,00	11,10	3,60	17,40	0,9963	0,0022	46,80	
28,5	24	10:00	20,00	11,40	3,50	16,50	0,9961	0,0012	44,37	
DENSIMETRO Nº	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS			% DE MAT. PASSADO		Q = $\frac{\delta - \gamma_s}{\delta - \gamma_s} \cdot L_c$		
78459			(δ) = 2,457			# 10 (a) = 93,94		(δ - γ _s) Ps		
CARACTERIZAÇÃO TACTIL VISUAL :										

GRANULOMETRIA									
INTERESSADO: PATRÍCIA					LOCAL: Tambor				
ORDEM Nº	I	Amostra: A			PROFUNDIDADE (m):	0	DATA: 06/12/2019		
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)				
CAPSULA	Nº	21	188	A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA :			1290,85		
Ph + T	g	60,91	64,00	B) SOLO SECO RETIDO # 10 :			17,38		
Ps + T	g	58,26	61,45	C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a - b):			1273,47		
ÁGUA	g	2,65	2,55	D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B)/(1+h):			1181,00		
TARA	g	24,50	28,80	E) AMOSTRA TOTAL SECA (b+d):			1198,38		
P. SECO	g	33,76	32,65	PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)					
UMIDADE	%	7,85	7,81	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps		219	53,72		
h MÉDIA	%	7,83			PESO DA AMOSTRA SECA:		49,82		
DENSIDADE DOS GRÃOS									
PICNÔMETRO	3	TEMP. °C: 28,0			PICNÔMETRO	8	TEMP. °C: 28,0		
SOLO ÚMIDO	cps	207	g	52,57	SOLO ÚMIDO	cps	11	g	49,22
(A) SOLO SECO			g	48,75	(A) SOLO SECO			g	45,65
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1395,52	(B) PICNÔMETRO - ÁGUA			g	1391,89
(A) + (B)			g	1444,27	(A) + (B)			g	1437,54
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1426,55	(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1421,11
(A) + (B) - (C)			g	17,72	(A) + (B) - (C)			g	16,43
DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,751	DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,779
PENEIRAMENTO GROSSO 195					PENEIRAMENTO FINO 213				
PENEIRA Nº	DIÂMETROS φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA			D φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ PARCIAL	% < φ
		RETIDO	PASSADO	% < φ		RETIDO	PASSADO		
	50	0,00	1198,38	100,00					
	38	0,00	1198,38	100,00	1,20	0,37	49,45	99,26	97,82
	25	0,00	1198,38	100,00	0,60	1,91	47,91	96,17	94,77
	19	0,00	1198,38	100,00	0,42	3,68	46,14	92,61	91,27
	9,5	8,02	1190,36	99,33	0,30	5,82	44,00	88,32	87,04
4	4,8	10,60	1187,78	99,12	0,15	12,26	37,56	75,39	74,30
10	2	17,38	1181,00	98,55	0,075	16,40	33,42	67,08	66,11
SEDIMENTAÇÃO									
TEMP. °C	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	L. CORREGIDA (Lc)	γ _s	DIÂMETRO DO GRAO φ (mm)	Q % < φ
28,0	30 seg.	10:00	23,20	11,86	3,60	19,60	0,9963	0,0585	60,61
28,0	1 min.	10:01	23,00	11,90	3,60	19,40	0,9963	0,0415	59,99
28,0	2	10:02	23,00	11,90	3,60	19,40	0,9963	0,0293	59,99
28,0	4	10:04	23,00	10,60	3,60	19,40	0,9963	0,0196	59,99
28,0	8	10:08	22,50	10,70	3,60	18,90	0,9963	0,0139	58,45
28,0	15	10:15	22,50	10,70	3,60	18,90	0,9963	0,0102	58,45
28,0	30	10:30	22,00	10,80	3,60	18,40	0,9963	0,0072	56,90
28,0	1 hora	11:00	21,50	10,95	3,60	17,90	0,9963	0,0051	55,36
28,0	2	12:00	21,50	10,95	3,60	17,90	0,9963	0,0036	55,36
28,0	4	14:00	20,50	11,25	3,60	16,90	0,9963	0,0026	52,26
28,0	7	17:00	20,00	11,40	3,60	16,40	0,9963	0,0020	50,72
28,5	24	10:00	20,00	11,40	3,50	16,50	0,9961	0,0011	51,02
DENSIMETRO Nº	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS % DE MAT. PASSADO			Q = $\frac{\delta - \gamma_s}{\delta - \gamma_s} \cdot L_c$			
78459			(δ) = 2,765 # 10 (a) = 98,55					Ps	
CARACTERIZAÇÃO TACTIL VISUAL :									

GRANULOMETRIA									
INTERESSADO: PATRÍCIA					LOCAL: Tambor				
ORDEM N°	1	Amostra: 5			PROFUNDIDADE (m): 0			DATA: 06/12/2019	
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)				
CÁPSULA	N°	37	33	A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA:			1446,14		
Ph + T	g	58,40	60,85	B) SOLO SECO RETIDO # 10:			31,28		
Ps + T	g	56,81	59,07	C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a - b):			1414,86		
ÁGUA	g	1,59	1,78	D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B) / (1+h):			1348,22		
TARA	g	24,44	23,28	E) AMOSTRA TOTAL SECA (b+d):			1379,50		
P. SECO	g	32,37	35,79	PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)					
UMIDADE	%	4,91	4,97	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps		213	52,81		
h MÉDIA	%	4,94			PESO DA AMOSTRA SECA:		50,32		
DENSIDADE DOS GRÃOS									
PICNÔMETRO	2	TEMP. °C: 28,0			PICNÔMETRO	2	TEMP. °C: 29,0		
SOLO ÚMIDO	cps	125	g	55,72	SOLO ÚMIDO	cps	77	g	52,82
(A) SOLO SECO			g	53,10	(A) SOLO SECO			g	50,33
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1275,47	(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1275,20
(A) - (B)			g	1328,57	(A) + (B)			g	1325,53
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1308,83	(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1306,99
(A) + (B) - (C)			g	19,74	(A) + (B) - (C)			g	18,54
DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,690	DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				2,714
PENEIRAMENTO GROSSO					PENEIRAMENTO FINO				
71					87				
PENEIRA N°	DIÂMETROS ϕ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < ϕ	D ϕ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < ϕ PARCIAL	% < ϕ
		RETIDO	PASSADO			RETIDO	PASSADO		
	50	0,00	1379,50	100,00					
	38	0,00	1379,50	100,00	1,20	0,97	49,35	98,07	95,85
	25	0,00	1379,50	100,00	0,60	3,43	46,89	93,18	91,07
	19	0,00	1379,50	100,00	0,42	5,41	44,91	89,25	87,23
	9,5	12,88	1366,62	99,07	0,30	8,10	42,22	83,90	82,00
4	4,8	16,47	1363,03	98,81	0,15	16,23	34,09	67,75	66,21
10	2	31,28	1348,22	97,73	0,075	21,68	28,64	56,92	55,63
SEDIMENTAÇÃO									
TEMP. °C	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	L. CORREGIDA (Lc)	γ_s	DIÂMETRO DO GRAOS ϕ (mm)	Q % < ϕ
27,0	30 seg.	10:00	21,00	12,20	3,80	17,20	0,9965	0,0612	52,92
27,0	1 min.	10:01	21,00	12,20	3,80	17,20	0,9965	0,0433	52,92
27,0	2	10:02	20,50	12,35	3,80	16,70	0,9965	0,0308	51,38
27,0	4	10:04	20,50	11,25	3,80	16,70	0,9965	0,0208	51,38
27,0	8	10:08	20,00	11,40	3,80	16,20	0,9965	0,0148	49,84
27,0	15	10:15	20,00	11,40	3,80	16,20	0,9965	0,0108	49,84
27,0	30	10:30	20,00	11,40	3,80	16,20	0,9965	0,0076	49,84
27,0	1 hora	11:00	19,50	11,50	3,80	15,70	0,9965	0,0054	48,30
27,0	2	12:00	19,00	11,60	3,80	15,20	0,9965	0,0039	46,76
28,0	4	14:00	18,20	11,84	3,60	14,60	0,9963	0,0027	44,91
28,0	7	17:00	18,00	11,90	3,60	14,40	0,9963	0,0021	44,30
29,0	24	10:00	17,00	12,10	3,40	13,60	0,9960	0,0011	41,83
DENSIMETRO N°	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS		% DE MAT. PASSADO		Q = $\frac{\delta - \gamma_s}{\delta - \gamma_s} \cdot \frac{a}{Ps}$		
78459			$(\delta) =$		# 10 (a) =		97,73		
CARACTERIZAÇÃO TACIL VISUAL :									

GRANULOMETRIA										
INTERESSADO: PATRICIA					LOCAL: Tambor					
ORDEM Nº	1	Amostra: 6			PROFUNDIDADE (m):	0	DATA:	06/12/2019		
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)					
CÁPSULA	Nº	31	32	A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA :			1049,28			
Ph + T	g	62,36	59,83	B) SOLO SECO RETIDO # 10 :			130,14			
Ps + T	g	60,91	58,49	C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a - b):			919,14			
ÁGUA	g	1,45	1,34	D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B) / (1+h) :			884,74			
TARA	g	23,52	24,12	E) AMOSTRA TOTAL SECA (b-d) :			1014,88			
P. SECO	g	37,39	34,37	PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)						
UMIDADE	%	3,88	3,90	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps			82	52,65		
h MÉDIA	%	3,89			PESO DA AMOSTRA SECA:			50,68		
DENSIDADE DOS GRÃOS										
PICNÔMETRO	16	TEMP. °C:			26,0	PICNÔMETRO	2	TEMP. °C:		26,0
SOLO ÚMIDO	cps	204	g	51,00	SOLO ÚMIDO	cps	64	g	51,23	
(A) SOLO SECO			g	49,09	(A) SOLO SECO			g	49,31	
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1223,21	(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1275,96	
(A) + (B)			g	1272,30	(A) + (B)			g	1325,27	
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1253,20	(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1306,17	
(A) + (B) - (C)			g	19,10	(A) + (B) - (C)			g	19,10	
DENSIDADE DOS GRÃOS			(g/cm³)	2,570	DENSIDADE DOS GRÃOS			(g/cm³)	2,581	
PENEIRAMENTO GROSSO					65	PENEIRAMENTO FINO				219
PENEIRA Nº	DIÂMETROS φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ	D φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ	% < φ	
		RETIDO	PASSADO			RETIDO	PASSADO	PARCIAL		
	50	0,00	1014,88	100,00						
	38	0,00	1014,88	100,00	1,20	1,50	49,18	97,04	84,60	
	25	62,37	952,51	93,85	0,60	5,76	44,92	88,63	77,27	
	19	69,29	945,59	93,17	0,42	9,42	41,26	81,41	70,97	
	9,5	85,47	929,41	91,58	0,30	12,71	37,97	74,92	65,31	
4	4,8	101,74	913,14	89,98	0,15	20,66	30,02	59,23	51,64	
10	2	130,14	884,74	87,18	0,075	25,61	25,07	49,47	43,12	
SEDIMENTAÇÃO										
TEMP. °c	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	L. CORREGIDA (Lc)	γ _a	DIÂMETRO DO GRÃO φ (mm)	Q % < φ	
27,0	30 seg.	10:00	20,00	12,40	3,70	16,30	0,9965	0,0641	45,73	
27,0	1 min.	10:01	18,00	12,90	3,70	14,30	0,9965	0,0462	40,12	
27,0	2	10:02	16,50	13,25	3,70	12,80	0,9965	0,0331	35,91	
27,0	4	10:04	16,50	12,15	3,70	12,80	0,9965	0,0224	35,91	
27,0	8	10:08	16,00	12,30	3,70	12,30	0,9965	0,0160	34,51	
27,0	15	10:15	15,00	42,60	3,70	11,30	0,9965	0,0217	31,70	
27,0	30	10:30	15,00	42,60	3,70	11,30	0,9965	0,0153	31,70	
27,0	1 hora	11:00	14,50	12,70	3,70	10,80	0,9965	0,0059	30,30	
27,0	2	12:00	14,00	12,80	3,70	10,30	0,9965	0,0042	28,90	
28,0	4	14:00	13,00	13,10	3,50	9,50	0,9963	0,0030	26,65	
28,0	7	17:00	12,50	13,25	3,50	9,00	0,9963	0,0023	25,25	
29,0	24	10:00	11,00	13,60	3,30	7,70	0,9960	0,0012	21,60	
DENSIMETRO Nº	78479	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS % DE MAT. PASSADO		Q = $\frac{\delta - \gamma_a}{\delta - \gamma_s} \cdot L_c$		Ps		
				(δ) =	2,576	# 10 (a) =	87,18			
CARACTERIZAÇÃO TACTIL VISUAL :										

GRANULOMETRIA												
INTERESSADO: PATRÍCIA					LOCAL: Tambor							
ORDEM Nº	1	Amostra: 7			PROFUNDIDADE (m): 0			DATA: 06/12/2019				
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)							
CÁPSULA	Nº	7	102		A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA :			990,80				
Ph + T	g	62,84	65,79		B) SOLO SECO RETIDO # 10 :			118,02				
Ps + T	g	62,10	64,90		C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a-b) :			872,78				
ÁGUA	g	0,74	0,89		D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B)/(1+b) :			852,62				
TARA	g	30,89	27,15		E) AMOSTRA TOTAL SECA (b+d) :			970,64				
P. SECO	g	31,21	37,75		PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)							
UMIDADE	%	2,37	2,36		PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps			214		55,79		
h MÉDIA	%	2,36			PESO DA AMOSTRA SECA:			54,50				
DENSIDADE DOS GRÃOS												
PICNÔMETRO		12	TEMP. ° C:		28,0	PICNÔMETRO		16	TEMP. ° C:		28,0	
SOLO ÚMIDO		cps	48	g		52,76	SOLO ÚMIDO		cps	200	g	48,03
(A) SOLO SECO		g		51,54		(A) SOLO SECO		g		46,92		
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA		g		1345,40		(B) PICNÔMETRO + ÁGUA		g		1222,75		
(A) + (B)		g		1396,94		(A) + (B)		g		1269,67		
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO		g		1377,25		(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO		g		1249,03		
(A) + (B) - (C)		g		19,69		(A) + (B) - (C)		g		20,64		
DENSIDADE DOS GRÃOS		(g/cm³)		2,617		DENSIDADE DOS GRÃOS		(g/cm³)		2,273		
PENEIRAMENTO GROSSO					209		PENEIRAMENTO FINO					83
PENEIRA Nº	DIÂMETROS φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA			% < φ	D φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ PARCIAL	% < φ		
		RETIDO	PASSADO	RETIDO			PASSADO					
	50	0,00	970,64	100,00								
	38	0,00	970,64	100,00	1,20	1,98	52,52	96,37	84,65			
	25	0,00	970,64	100,00	0,60	7,05	47,45	87,06	76,48			
	19	0,00	970,64	100,00	0,42	10,75	43,75	80,28	70,52			
	9,5	33,25	937,39	96,57	0,30	14,07	40,43	74,18	65,16			
4	4,8	75,55	895,09	92,22	0,15	23,28	31,22	57,29	50,32			
10	2	118,02	852,62	87,84	0,075	28,90	25,60	46,97	41,26			
SEDIMENTAÇÃO												
TEMP. ° C	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	L. CORREGIDA (Lc)	γ _a	DIÂMETRO DO GRAO φ (mm)	Q % < φ			
28,0	30 seg.	10:30	18,00	12,90	3,50	14,50	0,9963	0,0675	39,44			
28,0	1 min.	10:31	17,50	13,00	3,50	14,00	0,9963	0,0479	38,08			
28,0	2	10:32	17,00	13,10	3,50	13,50	0,9963	0,0340	36,72			
28,0	4	10:34	17,00	12,00	3,50	13,50	0,9963	0,0230	36,72			
28,0	8	10:38	16,50	12,15	3,50	13,00	0,9963	0,0164	35,36			
28,0	15	10:45	16,50	12,15	3,50	13,00	0,9963	0,0120	35,36			
28,0	30	11:00	16,00	12,30	3,50	12,50	0,9963	0,0085	34,00			
28,0	1 hora	11:30	16,00	12,30	3,50	12,50	0,9963	0,0060	34,00			
28,0	2	12:30	16,00	12,30	3,50	12,50	0,9963	0,0043	34,00			
28,0	4	14:30	15,00	42,60	3,50	11,50	0,9963	0,0056	31,28			
28,0	7	17:00	14,50	12,70	3,50	11,00	0,9963	0,0023	29,92			
29,0	24	10:30	13,00	13,10	3,30	9,70	0,9960	0,0013	26,38			
DENSIMETRO Nº	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS % DE MAT. PASSADO			Q = $\frac{\delta - \gamma_a}{\delta - \gamma_s} \cdot L_c$						
78479			(δ) = 2,445			# 10 (a) = 87,84		(δ - γ _s) Ps				
CARACTERIZAÇÃO TACTIL VISUAL :												

GRANULOMETRIA									
INTERESSADO: PATRÍCIA					LOCAL: Tambor				
ORDEM Nº	1	Amostra: 8			PROFUNDIDADE (m):	0	DATA:	06/12/2019	
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)				
CÁPSULA	Nº	161	91	A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA :			837,21		
Ph + T	g	63,48	62,42	B) SOLO SECO RETIDO # 10 :			27,88		
Ps + T	g	60,96	59,95	C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a - b) :			809,33		
ÁGUA	g	2,52	2,47	D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B)/(1+h) :			753,02		
TARA	g	27,45	26,73	E) AMOSTRA TOTAL SECA (b-d) :			780,90		
P. SECO	g	33,51	33,22	PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)					
UMIDADE	%	7,52	7,44	PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps			87	50,69	
h MÉDIA	%	7,48			PESO DA AMOSTRA SECA:			47,16	
DENSIDADE DOS GRÃOS									
PICNÔMETRO	6	TEMP. ° C:	28,0		PICNÔMETRO	7	TEMP. ° C:	28,0	
SOLO ÚMIDO	cps	12	g	48,87	SOLO ÚMIDO	cps	58	g	52,61
(A) SOLO SECO			g	45,47	(A) SOLO SECO			g	48,95
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1281,96	(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	1286,33
(A) + (B)			g	1327,43	(A) + (B)			g	1335,28
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1310,35	(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	1315,29
(A) + (B) - (C)			g	17,08	(A) + (B) - (C)			g	19,99
DENSIDADE DOS GRÃOS			(g/cm³)	2,662	DENSIDADE DOS GRÃOS			(g/cm³)	2,449
PENEIRAMENTO GROSSO					56	PENEIRAMENTO FINO			
PENEIRA Nº	DIÂMETROS ϕ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA			D ϕ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < ϕ PARCIAL	% < ϕ
		RETIDO	PASSADO	% < ϕ		RETIDO	PASSADO		
	50	0,00	780,90	100,00					
	38	0,00	780,90	100,00	1,20	1,00	46,16	97,88	94,39
	25	0,00	780,90	100,00	0,60	3,97	43,19	91,58	88,31
	19	0,00	780,90	100,00	0,42	6,07	41,09	87,13	84,02
	9,5	10,35	770,55	98,67	0,30	8,38	38,78	82,23	79,30
4	4,8	14,93	765,97	98,09	0,15	15,31	31,85	67,54	65,13
10	2	27,88	753,02	96,43	0,075	19,13	28,03	59,44	57,32
SEDIMENTAÇÃO									
TEMP. °c	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	L CORREGIDA (Lc)	γ_a	DIÂMETRO DO GRAO ϕ (mm)	Q % < ϕ
28,0	30 seg.	10:35	20,00	12,40	3,50	16,50	0,9963	0,0638	55,29
28,0	1 min.	10:36	19,50	12,50	3,50	16,00	0,9963	0,0453	53,62
28,0	2	10:37	19,00	12,60	3,50	15,50	0,9963	0,0321	51,94
28,0	4	10:39	18,00	11,80	3,50	14,50	0,9963	0,0220	48,59
28,0	8	10:43	17,50	11,90	3,50	14,00	0,9963	0,0156	46,92
28,0	15	10:50	17,00	12,00	3,50	13,50	0,9963	0,0115	45,24
28,0	30	11:05	16,50	12,15	3,50	13,00	0,9963	0,0081	43,56
28,0	1 hora	11:35	16,00	12,30	3,50	12,50	0,9963	0,0058	41,89
28,0	2	12:35	16,00	12,30	3,50	12,50	0,9963	0,0041	41,89
28,0	4	14:35	15,00	42,60	3,50	11,50	0,9963	0,0054	38,54
28,0	7	17:00	14,00	12,80	3,50	10,50	0,9963	0,0022	35,19
27,0	24	10:35	13,50	12,95	3,70	9,80	0,9965	0,0012	32,84
DENSIMETRO Nº	78479	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS % DE MAT. PASSADO			Q = $\frac{\delta}{\delta - \gamma_a} \cdot a \cdot Lc$		
				(δ) =	2,555	# 10 (a) =	96,43	($\delta - \gamma_a$)	Ps
CARACTERIZAÇÃO TÁCTIL VISUAL :									

GRANULOMETRIA										
INTERESSADO: PATRICIA					LOCAL: Tambor					
ORDEM Nº	1	Amostra : 9			PROFUNDIDADE (m):	0	DATA:	06/12/2019		
DETERMINAÇÃO DE UMIDADE					PENEIRAMENTO GROSSO (peso em gramas)					
CÁPSULA	Nº	35	26		A) AMOSTRA TOTAL ÚMIDA :			1046,74		
Ph + T	g	70,84	59,46		B) SOLO SECO RETIDO # 10 :			16,81		
Ps + T	g	69,09	57,91		C) SOLO ÚMIDO PASSADO # 10 (a-b) :			1029,93		
ÁGUA	g	1,75	1,55		D) SOLO SECO. PEN. # 10 (A-B)/(1+b) :			984,73		
TARA	g	31,07	24,05		E) AMOSTRA TOTAL SECA (b+d) :			1001,54		
P. SECO	g	38,02	33,86		PEN. FINO E SEDIMENTAÇÃO (peso em gramas)					
UMIDADE	%	4,60	4,58		PESO DA AMOSTRA ÚMIDA: cps			81	56,88	
h MÉDIA	%	4,59			PESO DA AMOSTRA SECA:			54,38		
DENSIDADE DOS GRÃOS										
PICNÔMETRO	12	TEMP. ° C: 29,0			PICNÔMETRO	7	TEMP. ° C: 29,0			
SOLO ÚMIDO	cps	197	g		59,28	SOLO ÚMIDO	cps	78	g	
(A) SOLO SECO			g		56,68	(A) SOLO SECO			g	
(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g		1345,13	(B) PICNÔMETRO + ÁGUA			g	
(A) + (B)			g		1401,81	(A) + (B)			g	
(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g		1376,19	(C) PICNÔMETRO + ÁGUA + SOLO			g	
(A) + (B) - (C)			g		25,62	(A) + (B) - (C)			g	
DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)					2,212	DENSIDADE DOS GRÃOS (g/cm³)				
PENEIRAMENTO GROSSO					116	PENEIRAMENTO FINO				
PENEIRA Nº	DIÂMETROS φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA			D φ (mm)	PESO DA AMOSTRA SECA		% < φ	% < φ	
		RETIDO	PASSADO	% < φ		RETIDO	PASSADO	PARCIAL		
	50	0,00	1001,54	100,00						
	38	0,00	1001,54	100,00	1,20	0,59	53,79	98,92	97,25	
	25	0,00	1001,54	100,00	0,60	2,71	51,67	95,02	93,42	
	19	0,00	1001,54	100,00	0,42	4,57	49,81	91,60	90,06	
	9,5	3,76	997,78	99,62	0,30	6,52	47,86	88,01	86,53	
4	4,8	8,10	993,44	99,19	0,15	12,70	41,68	76,65	75,36	
10	2	16,81	984,73	98,32	0,075	17,66	36,72	67,53	66,39	
SEDIMENTAÇÃO										
TEMP. °c	INTERVALO DE TEMPO	HORA	LEITURA	ALTURA DE QUEDA	CORREÇÃO (ΔL)	CORREÇÃO CORRIGIDA (Le)	γ _a	DIÂMETRO DO GRÃO φ (mm)	Q % < φ	
27,0	30 seg.	10:40	26,00	10,80	3,70	22,30	0,9965	0,0625	68,11	
27,0	1 min.	10:41	25,00	11,00	3,70	21,30	0,9965	0,0446	65,06	
27,0	2	10:42	24,50	11,15	3,70	20,80	0,9965	0,0318	63,53	
27,0	4	10:44	24,00	10,20	3,70	20,30	0,9965	0,0215	62,00	
27,0	8	10:48	24,00	10,20	3,70	20,30	0,9965	0,0152	62,00	
27,0	15	10:55	23,00	10,50	3,70	19,30	0,9965	0,0113	58,95	
27,0	30	11:10	23,00	10,50	3,70	19,30	0,9965	0,0080	58,95	
27,0	1 hora	11:40	22,50	10,60	3,70	18,80	0,9965	0,0057	57,42	
27,0	2	12:40	22,00	10,70	3,70	18,30	0,9965	0,0040	55,89	
28,0	4	14:40	21,00	11,00	3,50	17,50	0,9963	0,0028	53,44	
28,0	7	17:00	20,00	11,30	3,50	16,50	0,9963	0,0022	50,39	
27,0	24	10:40	19,00	11,50	3,70	15,30	0,9965	0,0012	46,73	
DENSIMETRO Nº	78479	COR. DO MENISCO		DENSIDADE DOS GRÃOS % DE MAT. PASSADO (δ) =			2,442		# 10 (a) =	98,32
CARACTERIZAÇÃO TACTIL VISUAL :										

ANEXO 2. Ensaios - Permeâmetro de Guelph

Ensaios Permeametro de Guelph

Local : Praça Arlindo Rossi

Carga 5 Profundidade 15cm		
Tempo	Medida	Infiltração
0	470	-
1	486	16
2	510	24
3	535	25
4	558	23
5	582	24
6	606	24
7	628	22
8	651	23
9	675	24
10	698	23
11	721	23
12	744	23

Carga 10 Profundidade 15cm		
Tempo	Medida	Infiltração
0	300	-
1	411	111
2	420	9
3	428	8
4	433	5
5	440	7
6	446	6
7	452	6
8	458	6

Local : Praça Friedrich Naumann

Carga 5 Profundidade 15cm		
Tempo	Medida	Infiltração
0	300	
1	420	
2	455	35
3	471	16
4	485	14
5	498	13
6	511	13
7	523	12
10	534	11
11	545	11
12	556	11

Carga 10 Profundidade 15cm		
Tempo	Medida	Infiltração
0	300	
1	408	108
2	420	12
3	431	11
4	441	10
5	451	10
6	461	10
7	471	10

Local : Praça Hachiro Miyazaki

Carga 5 Profundidade 15cm		
Tempo	Medida	Infiltração
0	72	
1	78	6
2	83	5
3	87	4
4	92	5
5	97	5
6	102	5

Carga 10 Profundidade 15cm		
Tempo	Medida	Infiltração
0	95	
1	112	17
2	128	16
3	145	17
4	160	15
5	175	15
6	190	15
7	205	15

Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN - Jabaquara - 355030870A								
Município	Cód estação	UF	Nome estação	Latitude	Longitude	Data/Hora	Valor medida	Total
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 16:30:00.0	2,16	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 16:40:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 17:00:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 17:10:00.0	0,98	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 17:20:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 17:30:00.0	2,76	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 17:40:00.0	13,21	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 17:50:00.0	12,60	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 18:00:00.0	4,53	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 18:10:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 18:20:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 18:30:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 18:40:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 18:50:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 19:00:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 19:20:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 19:50:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 20:00:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 20:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 21:10:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-18 23:30:00.0	0,20	51,04
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 00:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 07:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 07:50:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 20:00:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 21:30:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 21:40:00.0	7,92	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 21:50:00.0	14,70	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 22:00:00.0	17,68	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 22:10:00.0	4,53	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 22:20:00.0	2,56	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 22:30:00.0	3,15	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 22:40:00.0	6,70	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 22:50:00.0	1,18	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 23:00:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 23:10:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 23:20:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 23:30:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-21 23:50:00.0	0,20	61,39
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 16:50:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 17:00:00.0	11,19	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 17:10:00.0	2,56	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 17:20:00.0	0,98	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 17:30:00.0	4,92	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 17:40:00.0	6,10	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 17:50:00.0	3,74	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 18:00:00.0	4,92	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 18:10:00.0	2,36	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 18:20:00.0	3,94	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 18:30:00.0	1,57	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 18:40:00.0	2,95	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 18:50:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 19:00:00.0	2,36	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 19:10:00.0	1,38	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-02-23 19:20:00.0	0,20	50,75
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 20:00:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 20:10:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 20:20:00.0	7,32	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 20:30:00.0	14,05	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 20:40:00.0	5,51	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 20:50:00.0	3,15	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 21:00:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 21:10:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 21:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 22:00:00.0	0,00	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 22:20:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 22:30:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-08 22:40:00.0	0,20	32,79
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 16:40:00.0	11,89	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 16:50:00.0	16,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:00:00.0	12,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:10:00.0	1,77	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:20:00.0	1,37	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 17:40:00.0	0,20	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:00:00.0	5,12	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:10:00.0	2,95	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:20:00.0	2,56	
SÃO PAULO	355030870A	SP	Jabaquara	-23,649	-46,64	2023-03-10 18:30:00.0	1,96	

ANEXO 4. Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN - Vila Babilônia - 355030820B

Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN - Vila Babilônia - 355030820B								
Município	Cód estação	UF	Nome estação	Latitude	Longitude	Data/Hora	Valor medida	Total
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 01:50:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-12 02:10:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 02:40:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 03:10:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 18:20:00.0	1,37	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-12 18:30:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 18:50:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 19:00:00.0	5,54	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 19:10:00.0	7,5	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-12 19:20:00.0	9,55	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 19:30:00.0	4,73	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 19:40:00.0	2,36	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 19:50:00.0	2,56	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 20:00:00.0	1,37	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 20:10:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 20:20:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 20:40:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 20:50:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 21:00:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-12 21:10:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 21:20:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 21:30:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 21:50:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-12 22:00:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 22:10:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 22:20:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 22:30:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-12 22:40:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 22:50:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 23:00:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 23:10:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 23:20:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-12 23:30:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 23:40:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-12 23:50:00.0	0,39	45,42
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 05:40:00.0	3,15	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 05:50:00.0	0,59	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 09:50:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 16:10:00.0	1,18	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 16:20:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 16:30:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 17:00:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 17:10:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 17:30:00.0	9,99	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 17:40:00.0	14,06	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 17:50:00.0	11,99	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-18 18:00:00.0	1,97	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 18:10:00.0	0,79	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 18:20:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 18:30:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-18 18:40:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 18:50:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 19:10:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 19:20:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-18 19:40:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 19:50:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-18 21:00:00.0	0,2	47,87
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 07:30:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 13:30:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 19:50:00.0	0,39	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-21 21:30:00.0	1,57	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 21:40:00.0	9,75	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 21:50:00.0	12,6	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 22:00:00.0	11,19	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-21 22:10:00.0	2,95	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 22:20:00.0	4,14	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 22:30:00.0	4,13	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 22:40:00.0	2,56	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	23.644	-46.655	2023-02-21 22:50:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 23:20:00.0	0,2	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-21 23:30:00.0	0,2	50,28
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-23 16:50:00.0	6,75	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-23 17:00:00.0	5,12	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-23 17:10:00.0	1,18	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-23 17:20:00.0	11,79	
SÃO PAULO	355030820B	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-02-23 17:30:00.0	7,1	

Dados pluviométricos das Estações do CEMADEN - Vila Babilônia - 3550308208

Município	Cód estação	UF	Nome estação	Latitude	Longitude	Data/Hora	Valor medida	Total
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-03-13 20:30:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-03-13 21:00:00.0	0.39	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-03-13 21:10:00.0	0.39	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-03-13 21:20:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-03-13 21:30:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-03-13 22:00:00.0	0.20	43.35
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 11:50:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 12:00:00.0	4.92	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 12:10:00.0	1.37	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 12:20:00.0	1.37	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 12:30:00.0	1.37	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 12:40:00.0	0.59	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 12:50:00.0	1.96	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 13:00:00.0	0.39	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 13:10:00.0	0.00	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 14:10:00.0	0.00	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 15:10:00.0	0.00	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 15:20:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 16:10:00.0	0.00	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 17:10:00.0	0.00	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 18:00:00.0	1.39	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 18:10:00.0	2.76	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 18:20:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 19:10:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 19:30:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 19:40:00.0	0.39	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 19:50:00.0	5.51	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 20:00:00.0	5.90	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 20:10:00.0	2.95	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 20:20:00.0	3.35	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 20:30:00.0	0.79	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 21:10:00.0	0.00	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 21:20:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 21:40:00.0	0.59	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 22:00:00.0	0.39	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 22:10:00.0	0.20	
SÃO PAULO	3550308208	SP	Vila Babilônia	-23.644	-46.655	2023-04-18 22:20:00.0	0.20	37.59

Foram omitidos resultados = 0

ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE

Termo de Anuência do (a) orientador (a)

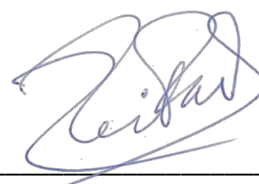
Nome do (a) aluno (a): Patrícia de Lima Nishi

Data da defesa: 11/12/2023

Nome do Prof. (a) orientador (a): Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento ao Sistema Janus e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 09/02/2024



(Assinatura do (a) orientador (a))



USPAssina - Autenticação digital de documentos da USP

Registro de assinatura(s) eletrônica(s)

Este documento foi assinado de forma eletrônica pelos seguintes participantes e sua autenticidade pode ser verificada através do código WDC4-M1P8-176S-XECB no seguinte link: <https://portalservicos.usp.br/iddigital/WDC4-M1P8-176S-XECB>

Reinaldo Paul Pérez Machado

Nº USP: 2787109

Data: 07/02/2024 20:47