

CADERNO TÉCNICO

CAPACITAÇÃO EM DRENAGEM SUSTENTÁVEL

ESTUDO DE CASO: SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO



fapesc

Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina





Laboratório de Águas Pluviais
Urbanas e Técnicas Compensatórias

ISBN

Coordenação: Patricia Kazue Uda

Normalização:

Diagramação:

Universidade Federal de Santa Catarina

CTC – ENS LAUTE C

Campus Universitário, Trindade, Setor D

Caixa postal 476

Florianópolis - SC

88040-900, Florianópolis - SC

Email: laute c@ufsc.br

Contate-nos: 55 48 3721 4997

Florianópolis | 2024

APRESENTAÇÃO

LAUTEC

O LABORATÓRIO DE ÁGUAS URBANAS E TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA TRABALHA NO CAMPO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS. O MAIOR DESTAQUE DE SUA ATUAÇÃO É EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA A DRENAGEM NO BRASIL. TEMOS MUITO CLARA A NECESSIDADE DE DISSEMINAÇÃO DA CULTURA DA SUSTENTABILIDADE EM DRENAGEM E O QUANTO ESTE TEMA É IMPORTANTE PARA O PAÍS QUE SEGUE ADOTANDO AINDA, COM MUITA FREQUÊNCIA, SOLUÇÕES HIGIENISTAS E ULTRAPASSADAS. AUXILIAR NA MUDANÇA DESTE PARADIGMA É O NOSSO FOCO. A MISSÃO DO LABORATÓRIO É DE PROMOVER O ENSINO, A PESQUISA E A EXTENSÃO NAS ÁREAS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS E PLANEJAMENTO DE SISTEMAS RESILIENTES A CONDIÇÕES CLIMÁTICAS FUTURAS, SOB A PERSPECTIVA DO PENSAMENTO SISTÊMICO, APLICANDO SUA INSERÇÃO EM CONJUNTO COM A COMUNIDADE. DENTRO DESTA PERSPECTIVA CRIAMOS OS CADERNOS TÉCNICOS DO LAUTEC.

O OBJETIVO DO LAUTEC É AMPLIAR E FACILITAR O ACESSO ÀS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A GESTÃO DAS ÁGUAS DE DRENAGEM URBANA.

AUTORES



Christian Strack

Autor

Técnico em Saneamento pelo Instituto Federal de Santa Catarina, formando do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, bolsista do Laboratório de Potabilização de Águas - LAPOA



Dra. Patricia Kazue Uda

Co autora

Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFSC (2009), com mestrado (2012) e doutorado (2016) em Engenharia Ambiental pela UFSC. Atualmente, é Professora Adjunta A, no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. Desenvolve estudos de Hidrologia utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e outras geotecnologias, atuando principalmente nos temas de monitoramento hidrológico, recursos hídricos, drenagem urbana, balanço hídrico, geoprocessamento e sensoriamento remoto.

SUMÁRIO



1ª PARTE: EMBASAMENTO TEÓRICO

1.1	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	7
1.2	Capacitação técnica	10
1.2.1	legislação	10
1.3	Capacitação em Manejo de Águas Pluviais	12
1.3.1	Capacitação de Manejo de Águas Pluviais Urbanas Sustentáveis no Brasil	13
1.4	O Ciclo Hidrológico e a Impermeabilização	15
1.5	Manejo de Águas Pluviais Urbanas	17
1.5.1	Manejo Sustentável de Águas Pluviais Urbanas	18
1.6	Técnicas Estruturais	20
1.6.1	Técnicas Estruturais Convencionais	20
1.6.2	Técnicas Estruturais Sustentáveis	21
1.7	Técnicas Não Estruturais	28
1.8	Drenagem Sustentável: Um Levantamento Global de Termos e Práticas	29

SUMÁRIO



2.1 Caracterização da Bacia	39
2.2 Caracterização da Sub-bacia João Gualberto Soares	40
2.2.1 Coleta de Dados	41
2.2.2 Alternativas de Técnicas Estruturais de Drenagem Urbana Sustentável para uma Sub-bacia da Lagoa da Conceição	43
2.2.2.1 PLANSUDS	50
2.2.3 Alternativas de Técnicas Não Estruturais de Drenagem Urbana Sustentável para uma Sub-bacia da Lagoa da Conceição	77
2.3 Formulário de Feedback	84
2.4 Referências Bibliográficas	86

RESUMO



A intensificação da urbanização, impulsionada pelo crescimento populacional, altera significativamente o ciclo hidrológico natural. A impermeabilização do solo, a remoção da vegetação e a canalização de rios resultam em aumento do escoamento superficial, redução da infiltração e degradação da qualidade da água. Essas mudanças acarretam em enchentes, poluição de corpos hídricos e perda da biodiversidade. Um exemplo notável é a Lagoa da Conceição, em Florianópolis, que enfrenta problemas com o aumento da carga poluidora devido a ligações irregulares de esgoto e à falta de um manejo pluvial sustentável das águas urbanas. A Lei nº 11.445/2007 estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico, incluindo o manejo das águas pluviais urbanas como pilar fundamental. Contudo, esse aspecto do saneamento básico ainda é frequentemente negligenciado em comparação com abastecimento de água e esgotamento sanitário. Diferente dos demais serviços de saneamento básico, na maioria dos municípios, a gestão dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais é responsabilidade das próprias prefeituras, que, frequentemente, possuem corpo técnico reduzido e sobrecarregado, capacitado apenas sob os aspectos da drenagem urbana convencional. A drenagem convencional prioriza a rápida condução da água para jusante, desconsiderando fatores ambientais e sociais, enquanto o manejo de águas pluviais urbanas de maneira sustentável busca replicar processos naturais do ciclo hidrológico. Realizou-se coleta de dados físicos, hidrológicos e sociais da sub-bacia João Gualberto Soares com fontes como MAPBIOMAS e IBGE. A pesquisa combina revisão bibliográfica com análise de dados e aplicação do plugin PLANSUDS no QGIS. O PLANSUDS ajudou a pré-dimensionar e ranquear técnicas de manejo de águas pluviais urbanas de forma sustentável e mais adequadas à sub-bacia. Os resultados indicam que técnicas estruturais sustentáveis como valas de infiltração e trincheiras são as mais adequadas para a região, além de telhados verdes e parques lineares serem viáveis devido à baixa impermeabilização atual. Medidas não estruturais também foram identificadas, destacando a importância da educação ambiental e regulamentação do uso do solo. Este caderno técnico sintetiza as informações sobre técnicas de drenagem urbana sustentável.

1. EMBASAMENTO TEÓRICO

Relembrar conceitos e fundamentos que embasarão o desenvolvimento do estudo de caso. Nas próximas páginas serão abordados assuntos como objetivos de desenvolvimento sustentável, legislações que embasam a aplicação de capacitações, além das plataformas que aplicam a capacitação em Manejo de Águas Pluviais e Urbanas no Brasil (MAPLU). Abordará também um breve resumo sobre ciclo hidrológico e os impactos da urbanização, e também os conceitos de técnicas estruturais e não estruturais, além de trazer exemplos de termos que estão sendo utilizados ao redor do mundo ao lidar com MAPLU.

1.1 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

“ OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL SÃO UM APELO GLOBAL À AÇÃO PARA ACABAR COM A POBREZA, PROTEGER O MEIO AMBIENTE E O CLIMA E GARANTIR QUE AS PESSOAS, EM TODOS OS LUGARES, POSSAM DESFRUTAR DE PAZ E DE PROSPERIDADE. ”



ASSEGURAR UMA VIDA SAUDÁVEL E PROMOVER O BEM-ESTAR PARA TODAS E TODOS, EM TODAS AS IDADES



ASSEGURAR A EDUCAÇÃO INCLUSIVA E EQUITATIVA E DE QUALIDADE, E PROMOVER OPORTUNIDADES DE APRENDIZAGEM AO LONGO DA VIDA PARA TODAS E TODOS



ASSEGURAR A DISPONIBILIDADE E GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA E SANEAMENTO PARA TODAS E TODOS



TORNAR AS CIDADES E OS ASSENTAMENTOS HUMANOS INCLUSIVOS, SEGUROS, RESILIENTES E SUSTENTÁVEIS



PROTEGER, RECUPERAR E PROMOVER O USO SUSTENTÁVEL DOS ECOSISTEMAS TERRESTRES, GERIR DE FORMA SUSTENTÁVEL AS FLORESTAS, COMBATER A DESERTIFICAÇÃO, DETER E REVERTER A DEGRADAÇÃO DA TERRA E DETER A PERDA DE BIODIVERSIDADE

1.1 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3.3 Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, **doenças transmitidas pela água**, e outras doenças transmissíveis;

3.9 Até 2030, **reduzir** substancialmente **o número de mortes e doenças** por produtos químicos perigosos, **contaminação** e poluição do ar e **água** do solo

4.7 Até 2030, **garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável**, inclusive, entre outros, **por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis**, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável

6.6 Até 2020, **proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água**, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, **rios, aquíferos e lagos**

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o **apoio à capacitação** para os países em desenvolvimento em **atividades e programas relacionados à água e saneamento**, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso

6.b **Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento**

1.1 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

11.a **Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais**, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento

11.b Até 2020, **aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres**; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis

11.c **Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e resilientes**, utilizando materiais locais

11.3 Até 2030, **aumentar a urbanização inclusiva e sustentável**, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países

11.5 Até 2030, **reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes** e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os **desastres relacionados à água**, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

15.a Mobilizar e **aumentar significativamente**, a partir de todas as fontes, os **recursos financeiros para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas**

1.2 CAPACITAÇÃO TÉCNICA

A ação ou efeito de capacitar, é a preparação, ensino, o conhecimento dado a alguém para que essa pessoa desenvolva alguma atividade especializada” (CAPACITAÇÃO, 2024).

1.2.1 LEGISLAÇÃO

LEGISLAÇÃO	CONTEÚDO
Decreto nº 5.154/2004	Prevê cursos de formação inicial e continuada (FIC), capacitação técnica e tecnológica de trabalhadores através de educação profissional e tecnológica no Brasil.
Decreto nº 7.611/2011	Estabelece as diretrizes da educação especial no Brasil, incluindo a capacitação de profissionais que atuam com pessoas com deficiência.
Decreto nº 9.991/2019	Capacitação e desenvolvimento de competências dos servidores públicos federais. Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas (PNDP)
Decreto Estadual nº 1.386/2021	Institui a Política Estadual de Desenvolvimento dos Servidores da Administração Pública Estadual Direta, Autárquica e Fundacional.
Portaria nº 2.031/2001 (Ministério da Saúde)	Capacitação de profissionais da saúde, visando a melhoria do atendimento e a qualidade dos serviços prestados à população.

Fonte: elaborado pelo autor

1.2 CAPACITAÇÃO TÉCNICA

1.2.1 LEGISLAÇÃO

LEGISLAÇÃO	CONTEÚDO
Portaria Interministerial nº 1.082/2009, do Ministério da Educação e do Ministério do Trabalho e Emprego	Estabelece a Rede Nacional de Certificação Profissional e Formação Inicial e Continuada (Rede Certific), visando a capacitação e certificação profissional de trabalhadores. Rede Certific foi reestruturada em 2014, via a Portaria Interministerial nº 05, de 25 de abril.
Norma Regulamentadora NR-1 (Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais)	Capacitação de trabalhadores em normas de segurança do trabalho. Várias NRs, como a NR-6 (Equipamentos de Proteção Individual) e a NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade), também exigem capacitação técnica para o uso seguro de equipamentos e a realização de atividades específicas.
Lei nº 12.527/2011 (Lei de Acesso à Informação)	Disposições sobre a capacitação de servidores públicos, a fim de melhorar a gestão da informação. Art 41 inciso II
Lei nº 9.394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB)	Diretrizes da educação formal, incluindo educação profissional, que é uma forma de capacitação técnica e formação de pessoas para o trabalho.
Lei nº 13.709/2018 (Lei Geral de Proteção de Dados - LGPD)	Capacitação de profissionais para a gestão e proteção de dados nas empresas, tornando obrigatória a formação de equipes especializadas.

Fonte: elaborado pelo autor

1.3 CAPACITAÇÃO EM MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A antiga lei nº 9.984/2000 conhecida como Marco Legal do Saneamento, apesar de não ter sido revogada, sofreu alterações pelo Novo Marco Legal do Saneamento, lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Com a alteração, a Agência Nacional de Águas - ANA, passa a ter em seu nome, também, o termo “Saneamento Básico” e torna-se supervisora e regulamentadora dos serviços de saneamento no país (referência). Na leitura do novo marco, observa-se que o termo “capacitação” aparece na lei em três determinados momentos, sendo eles os artigos 4º-A, 49 e 50.

§ 10

“Caberá à ANA elaborar estudos técnicos para o desenvolvimento das melhores práticas regulatórias para os serviços públicos de saneamento básico, bem como guias e manuais para subsidiar o desenvolvimento das referidas práticas”

§ 11

“Caberá à ANA promover a capacitação de recursos humanos para a regulação adequada e eficiente do setor de saneamento básico”
“XIII - promover a capacitação técnica do setor”

§ 11

“A União poderá criar cursos de capacitação técnica dos gestores públicos municipais, em consórcio ou não com os Estados, para a elaboração e implementação dos planos de saneamento básico”

1.3 CAPACITAÇÃO EM MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

1.3.1 CAPACITAÇÃO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL

A ANA em conjunto com o Banco Mundial, elaborou um Plano de Capacitação em Regulação do Saneamento, com objetivo de, segundo o próprio plano “realizar um diagnóstico das demandas e lacunas de capacitação por meio de pesquisa...” além de ter como meta aperfeiçoar as competências e capacidades dos colaboradores, que possuem papel fundamental na fiscalização e regulação dos serviços prestados.

Através de uma iniciativa da Escola Nacional de Administração Pública - ENAP, o Governo Federal criou a Escola Virtual do Governo - EV.G com objetivo de compartilhar e hospedar cursos de capacitação a distância para a sociedade e administração pública. A ANA possui cursos vinculados à plataforma em diversas áreas do saneamento, que podem ser abertos à comunidade externa ou não. Além da plataforma governamental, diversos outros meios de capacitação podem ser encontrados nacionalmente, as próprias universidades atuam como capacitantes técnicas de graduandos e pós-graduandos na área.

1.3 CAPACITAÇÃO EM MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

1.3.1 CAPACITAÇÃO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL

É importante que a informação que chega até o receptor não seja apenas assimilada, como também relacionada a outros conceitos para serem aplicados a sua vivência.

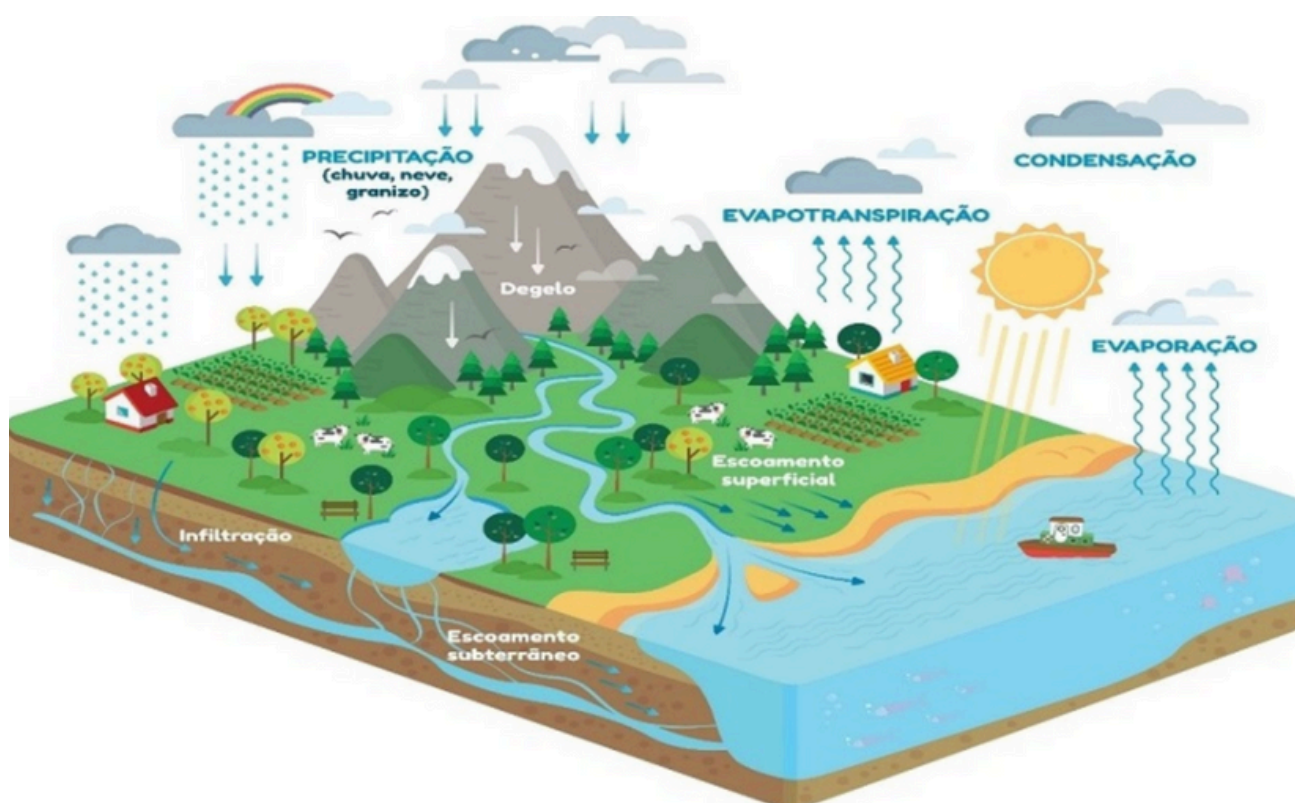
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES
- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA
- Empresas e Instituições de Capacitação Privadas
- Universidades e Instituições de Ensino
- Plataformas de Ensino a Distância
- Órgãos Públicos
- SESI E SENAI



Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.4 O CICLO HIDROLÓGICO E A IMPERMEABILIZAÇÃO

O ciclo da água constitui-se da evaporação da água presente nos mares, lagos e rios, além da presença de água na superfície terrestre. Ao se estabelecer na atmosfera em forma de vapor, as condições meteorológicas auxiliam no processo de precipitação, onde a água, de forma líquida ou sólida, representada por chuva e neve respectivamente, volta a atingir as superfícies aquáticas e/ou terrestres. A precipitação pode ser interceptada pela vegetação, infiltrada no solo e indo de encontro ao lençol freático, ou escoada superficialmente por solos já saturados ou superfícies impermeabilizadas. Seja através dos mecanismos de drenagem ou de precipitação direta em rios e mares, a água volta para o ciclo ao evaporar para a atmosfera (Maidment, 1993)



Fonte: EPAL (s/d)

1.4 O CICLO HIDROLÓGICO E A IMPERMEABILIZAÇÃO

A ação antrópica potencializada pela urbanização atua diretamente no impacto do ciclo hidrológico natural. Finotti et al. 2009 descrevem os processos que podem ser encontrados no ciclo da água e são afetados pela impermeabilização das superfícies, tais como precipitação, interceptação, infiltração, escoamento superficial e subterrâneo, e evaporação e transpiração. Todos esses conceitos são direta e sensivelmente impactados por ações humanas de perturbação dos ciclos naturais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE no censo de 2022, a população brasileira disposta em áreas urbanas representava um total de 87,4%, o que torna-se um dado de alerta, uma vez conhecida a relação causa e efeito da urbanização e impermeabilização do solo.

Esse crescimento e migração para áreas urbanas acontece sem o planejamento necessário, enfraquecendo a naturalidade do ciclo hidrológico e alterando os processos habituais acima citados (Tucci e Collischonn, 1998). Com o crescimento da ocupação do solo, os meios de infiltração são restringidos, reduzindo a recarga de água do subterrâneo (Tucci, 2009). A necessidade de espaço edificável fomenta a remoção da vegetação, alterando a evapotranspiração local e, ao somar-se com a contaminação dos cursos d'água, rios são retificados e canalizados, gerando eventos de inundações mais frequentes, devido ao aumento do escoamento superficial (Tucci, 2008).

1.5 MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

A infraestrutura “cinza” como define (Herzog, 2013) aplica o conceito de construções feitas pelo homem com intuito de resolver os transtornos enfrentados. Obras como canais de concreto, galerias, sarjetas, bueiros, e canais subterrâneos são exemplos disso. O sistema chamado de “separador absoluto” também entra no conceito apresentado, visto que no Brasil o custo por implementar canalizações individuais para drenagem e efluente doméstico são menores (Silveira, 1998).

Outrora dimensionados e com seus conhecimentos limitados à época, esses métodos eram parcialmente eficazes, conciliando a redução de inundações locais com o desenvolvimento urbano exacerbado que os municípios brasileiros apresentavam, porém, as demandas e tecnologias evoluíram, necessitando de atualizações na forma de lidar com a realidade.

O manejo das águas de forma a canalizar a contribuição das edificações, direcionar para galerias de forma a aumentar a velocidade do escoamento superficial, foi, e continua sendo, uma maneira defasada para lidar com o assunto (Canholi, 2005). A visão higienista de resolução dos problemas, onde os mesmos são jogados para jusante, terceirizando os responsáveis, não está mais de acordo com a visão de sustentabilidade projetada ao nosso presente.



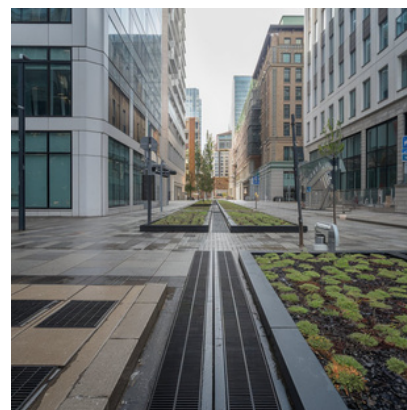
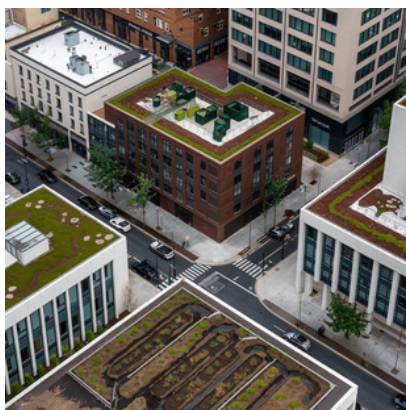
Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.5 MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

1.5.1 MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

A ideia de adotar técnicas sustentáveis no manejo de águas pluviais urbanas surge em contraponto aos conceitos defasados da drenagem urbana convencional, que exponencialmente representam a realidade na maioria das cidades brasileiras. É justamente esse contraponto que é abordado por Tucci (2007) ao destacar a frase “a melhor drenagem é aquela que escoar a água da chuva o mais rápido possível para jusante”, frase que confirma a problemática dessa visão, uma vez que o problema é apenas passado adiante. O autor traz, ainda, a importância do olhar para a microdrenagem, visto que cada indivíduo, ao impermeabilizar seu lote, amplia a contribuição para os eventos de cheias naturais.

O Manejo de Águas Pluviais e Urbanas - MAPLU, com suas técnicas estruturais e não estruturais, pode ser aplicada de diversas maneiras, como em pavimentos porosos, trincheiras e em valas de infiltração, e reservatórios para armazenamento temporário (Baptista, Nascimento, Barraud, 2005).



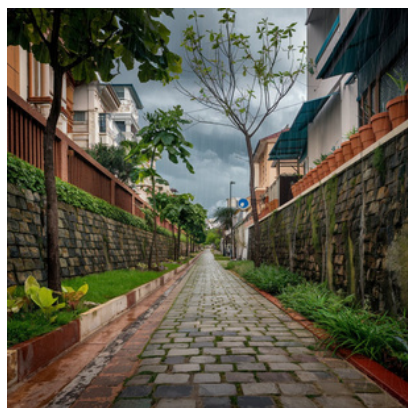
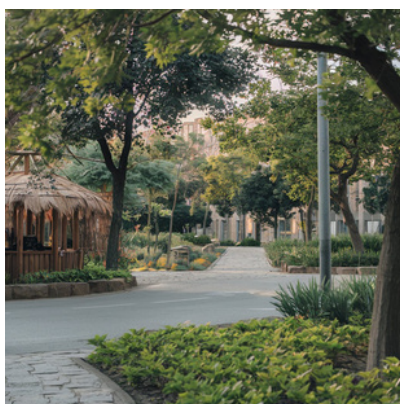
Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.5 MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

1.5.1 MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Os conglomerados urbanos concentram inúmeras gerações de efluentes, sejam domésticos ou industriais, além de resíduos sólidos, que, ao receber um evento de precipitação, têm suas estradas varridas pela água escoando até os corpos receptores, que arrastam com ela todo o potencial de contaminação (Finotti et al, 2009). Uma vez que a precipitação volta a encontrar meios de infiltração em taxas semelhantes às anteriores da urbanização, a qualidade da água é diretamente beneficiada pelas ações naturais, visto que o próprio solo é aliado no tratamento da água.

Cidades com a integração de técnicas verdes beneficiam-se não apenas com a redução dos impactos de eventos pluviométricos extremos, mas também com a estética e valor social agregado ao transitar em comunidades ambientalmente equilibradas (Gonçalves et al, 2016).



Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

As medidas de controle de inundação podem ser estruturais e não estruturais. A primeira, quando envolve obras de engenharia e a segunda, por sua vez, de maneira mais difusa, com foco em ações comportamentais de como a região é vista e usada pela sociedade Canholi (2005).

“ As medidas para o controle das inundações podem ser classificadas em estruturais, quando o homem modifica o rio, e em não-estruturais, quando o homem convive com o rio” Barbosa (2006). ”

1.6.1 TÉCNICAS ESTRUTURAIS CONVENCIONAIS

CANALIZAÇÕES

GALERIAS

BARRAGENS

SARJETAS

BOCA DE LOBO



Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

1.6.2 TÉCNICAS ESTRUTURAIS SUSTENTÁVEIS

A visão sustentável de aplicar as técnicas estruturais promove a integração de áreas verdes com a infraestrutura sem deixar de lado o desenvolvimento das cidades. Tal visão favorece a gestão das águas pluviais e a qualidade de vida nas cidades. A implementação dessas soluções é essencial para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e garantir um ambiente urbano mais saudável e resiliente.

RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO E RETENÇÃO

ZONAS DE BIORRETENÇÃO

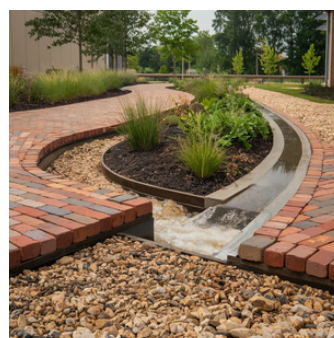
PARQUES LINEARES

TELHADOS VERDES

PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

VALAS DE INFILTRAÇÃO

TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO



Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

1.6.2 TÉCNICAS ESTRUTURAIS SUSTENTÁVEIS

PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

Pavimentos permeáveis são soluções tanto para novas obras quanto para áreas já urbanizadas, como forma de remediar o impacto causado. Segundo Lourenço (2014), essas áreas podem ser estacionamentos, praças e lugares com baixa presença de frota de carros, podendo ser alternativa como controle na fonte, em lotes particulares, como também em terrenos da União. A estrutura dos pavimentos permite que a água escoe pelos seus poros e alcance o solo, ou seja direcionado para reservatórios, além da possibilidade de aliar o tratamento de possíveis poluentes que estejam presentes nas superfícies dos pavimentos (Schueler, 1987).



Fonte: Dironplast (2023)



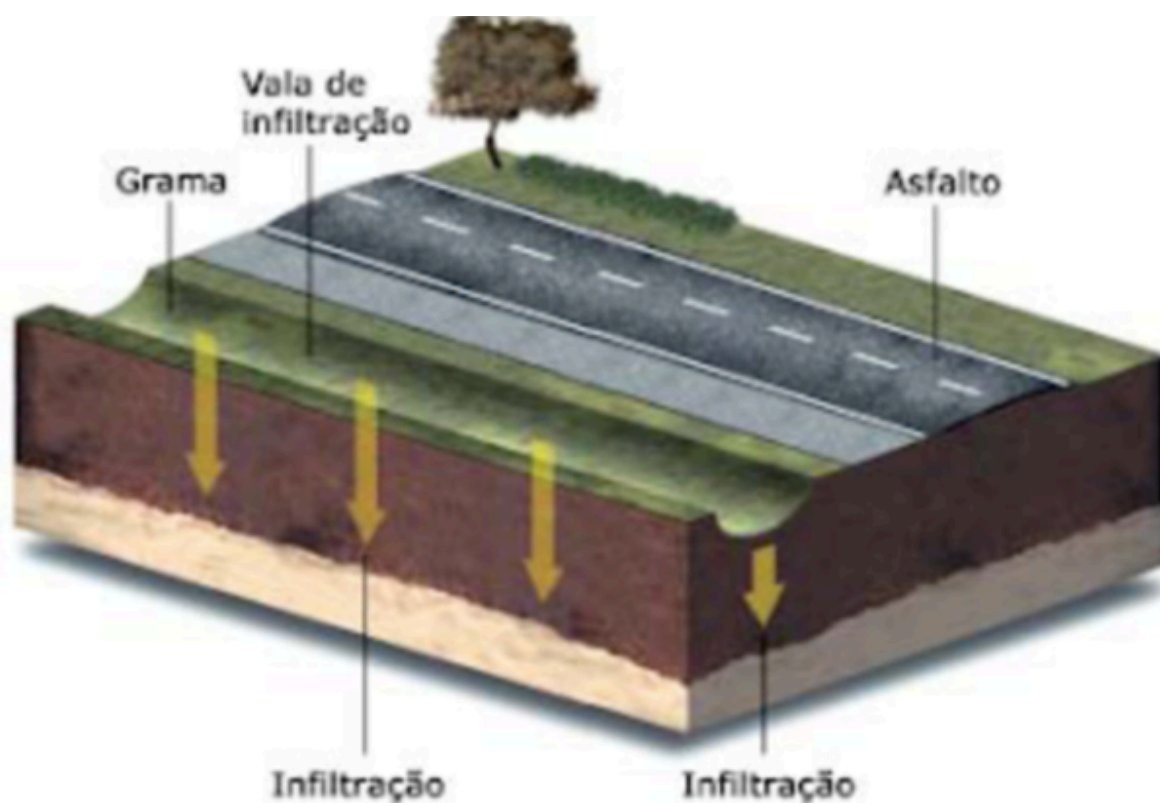
Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

1.6.2 TÉCNICAS ESTRUTURAIS SUSTENTÁVEIS

VALAS DE INFILTRAÇÃO

As valas, segundo o manual de drenagem da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, são estruturas que são dimensionadas para atuar como canais, interceptando o escoamento da água em eventos climáticos de precipitação, sendo agente de infiltração destas águas e de desaceleração da velocidade do escoamento, e pode direcionar o excedente da sua capacidade para corpos d'água ou estruturas de drenagem, como galerias.



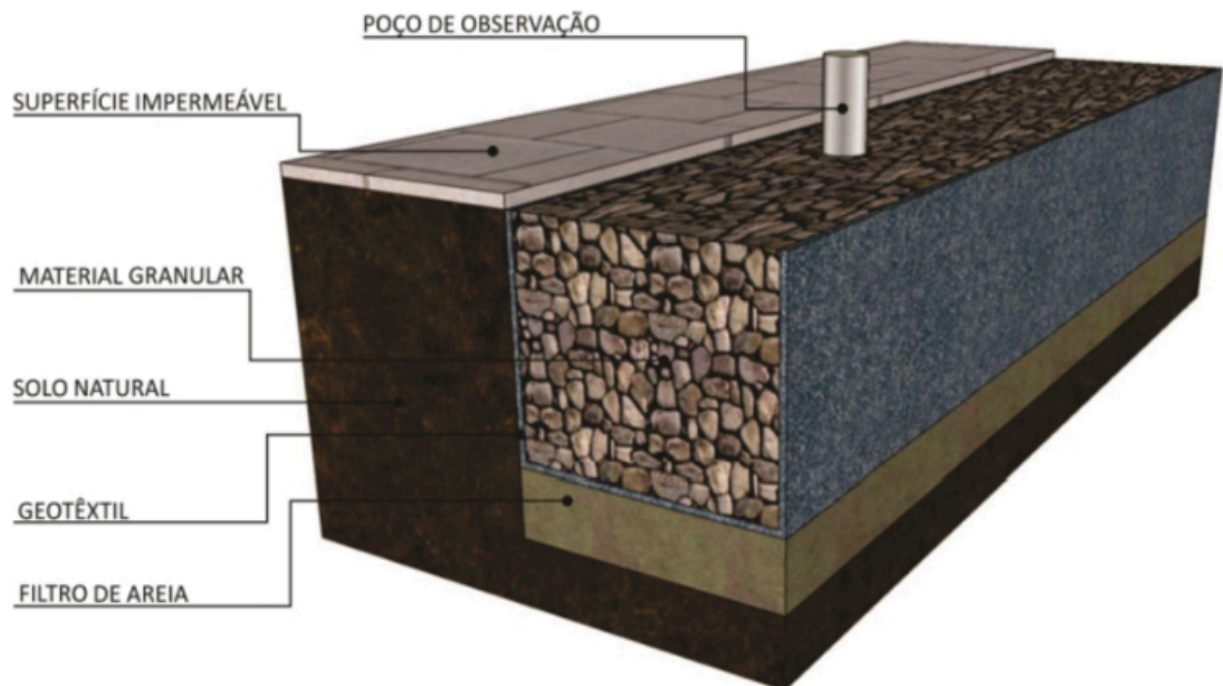
Fonte: FEAM (2006)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

1.6.2 TÉCNICAS ESTRUTURAIS SUSTENTÁVEIS

TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

Nas trincheiras de infiltração, sua alocação é escavada, e recebe o preenchimento de material granulométrico, esse material pode ficar exposto ou ser coberto, a água infiltrada encontra a trincheira como destino através das laterais e pelo fundo da mesma (Adasa, 2023)



Fonte: Melo (2015)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

1.6.2 TÉCNICAS ESTRUTURAIS SUSTENTÁVEIS

ZONAS DE BIORRETENÇÃO

Também conhecidos como “jardins de chuva”, zonas de biorretenção podem ser definidas como um sistema que utiliza do paisagismo para receber e tratar o escoamento superficial (Swartz e Belan, 2010). O projeto de um sistema de biorretenção prevê a absorção do escoamento pela infiltração, e utiliza das plantas como meio de absorção de poluentes através das raízes, porém, podem existir drenos recebendo a água infiltrada que passou pela remoção dos poluentes e ser direcionada para o local de interesse (New Hampshire Department of Environmental Services. 2008.). Podem ser aplicáveis em níveis residenciais, uma vez que podem possuir baixos custos de instalação, e agregam valor estético para as residências (Bannerman e Considine, 2003).



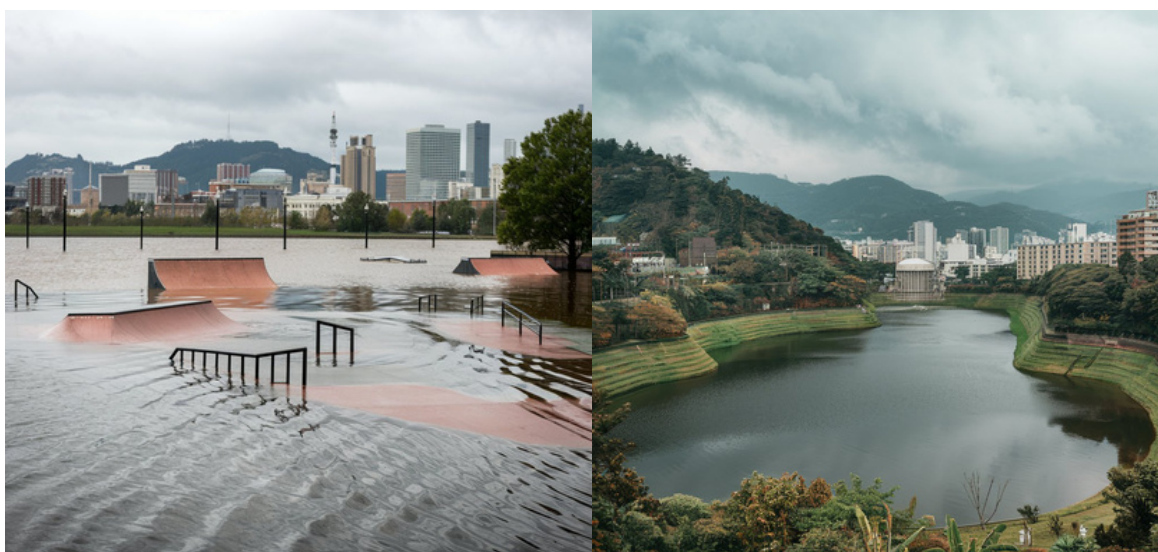
Fonte: FCTH (s/d)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

1.6.2 TÉCNICAS ESTRUTURAIS SUSTENTÁVEIS

RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO E RETENÇÃO

Grandes áreas urbanas que estejam disponíveis podem ser usadas como reservatórios de água em eventos de chuva, atuando no amortecimento da vazão de pico, e liberando o aporte retido de maneira lenta para diminuir os impactos que seriam gerados se todo aquele volume fosse à jusante (Lourencetti, Gomes e Branco, 2020). Os reservatórios de retenção e retenção diferenciam-se, segundo Canholi (2005), na permanência da água em suas estruturas, visto que os reservatórios de retenção são continuamente mantidos com uma lâmina d'água, enquanto os reservatórios de retenção esvaziam-se e podem voltar a atuar como peça social, uma vez que podem ser planejados como praças, quadras de esporte e pistas de skate.



Fonte: gerada por Ideogram (2024)

1.6 TÉCNICAS ESTRUTURAIS

1.6.2 TÉCNICAS ESTRUTURAIS SUSTENTÁVEIS

TELHADOS VERDES

Uma forma de incorporar em projetos métodos sustentáveis de manejo das águas, é considerar como alternativa a adoção de telhados verdes em seus dimensionamentos, visto que representam uma adição ao peso da estrutura. Tassi et al. (2014), introduzem a divisão dos componentes de um telhado verde, entre: camada de vegetação, substrato, geotêxtil, camada protetora, impermeabilização e estrutura do telhado. Os autores relatam ainda que a combinação de todos esses componentes auxiliam na interceptação da chuva, reduzindo o que seria transformado em escoamento superficial, através de armazenamento e evapotranspiração, comporia uma separação entre substrato e camadas filtrantes reduzindo a porcentagem de obstrução e danos na estrutura ocasionados por umidade.



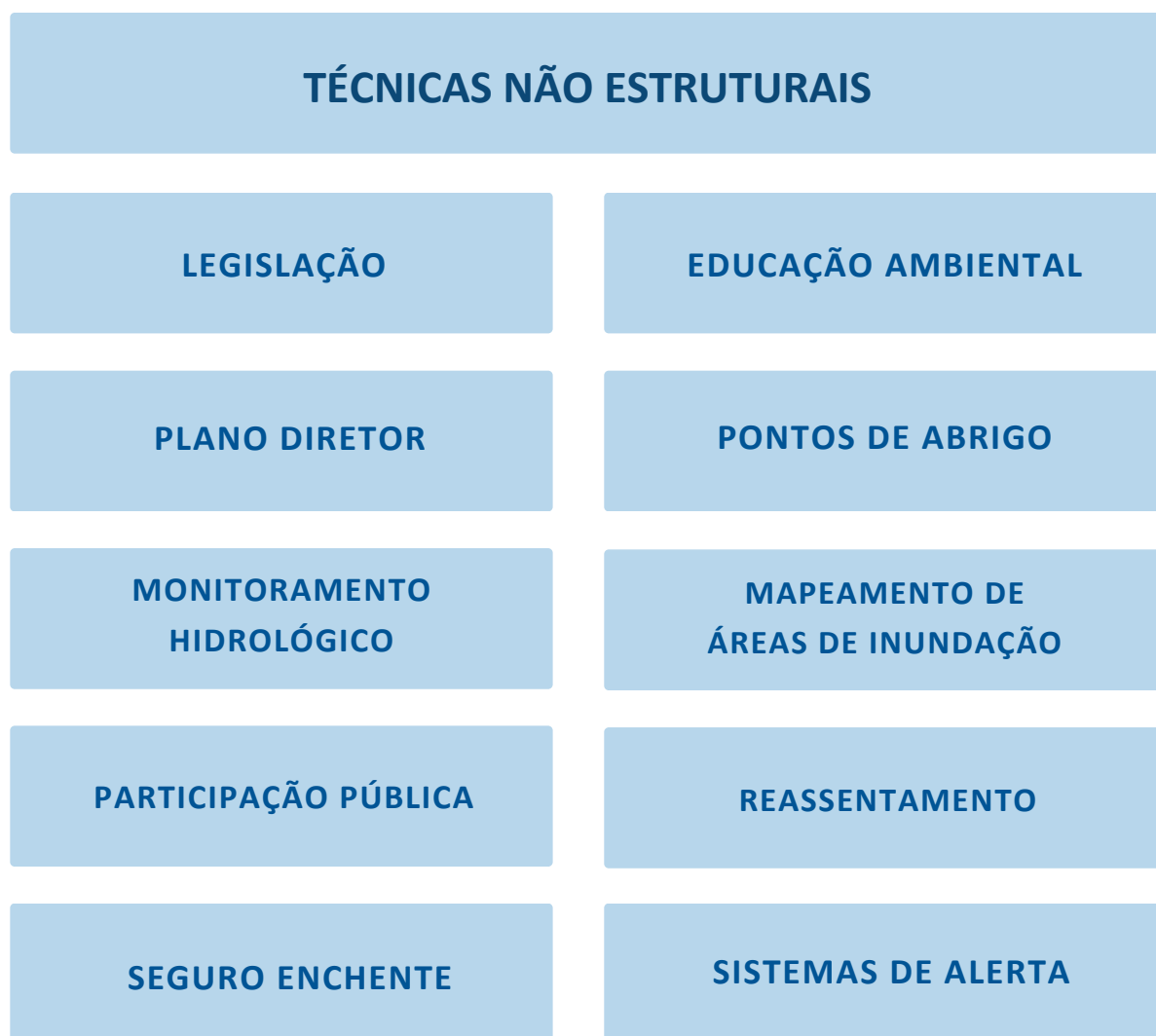
Fonte: gerada por Ideogram (2024)



Fonte: Orguel (2016)

1.7 TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS

As medidas não estruturais possuem a intenção de minimizar os impactos sofridos através de zoneamento de áreas inundáveis, regulamentar o uso e ocupação do solo com auxílio de legislações, buscar a conscientização através de educações ambientais, além de assegurar seguros enchente e estruturar sistemas de alerta (SUDERHSA, 2002).



1.8 DRENAGEM SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO GLOBAL DE TERMOS E PRÁTICAS

Estimulados pela crescente conscientização sobre a necessidade de soluções que reproduzam os processos naturais do ciclo hidrológico, surgiram ao redor do mundo práticas sustentáveis que ganharam destaque no manejo das águas pluviais urbanas. Essas técnicas visam a resiliência urbana e a preservação das bacias hidrográficas, para a melhoria e segurança da qualidade de vida nas cidades.

Termos	Autores	País	Ano
Cidades Esponja	Kongjian Yu	China	2003
Low Impact Development (LID)	Barlow et al	Estados Unidos e Canadá	1977
Sustainable Urban Drainage System (SUDS)	Jim Conlin	Reino Unido	1997
Active, Beautiful Clean Waters (ABC Waters)	Agência Nacional de Águas	Singapura	2006
Water Sensitive Urban Design (WSUD)	Grupo de engenheiros, arquitetos e ambientalistas	Austrália	1990
Urban Design and Development (LIUDD)	Financiado pela Fundação de Pesquisa Científica e Tecnológica da Nova Zelândia, provém de um programa dentro do Portfólio das Cidades Sustentáveis	Nova Zelândia	2003

Fonte: elaborado pelo autor

1.8 DRENAGEM SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO GLOBAL DE TERMOS E PRÁTICAS

CIDADES ESPONJA

De acordo com Kongjian Yu, arquiteto chinês considerado o criador do termo “Cidades Esponja”, Figura A, a alternativa para o futuro das cidades em harmonia com o contexto ambiental, vem justamente do olhar baseado na natureza. A infraestrutura ecológica é o agente principal para a aplicação e construção de estruturas para a amenização de desastres. O arquiteto, e também professor da faculdade de arquitetura e urbanismo na Universidade de Pequim, há 20 anos estuda e aplica em mais de 500 projetos a ideia de colocar a água como centro da solução, e não mais do problema. Seja retendo água, reduzindo seu fluxo em eventos de chuva e até mesmo tratando-a antes de chegar em corpos hídricos.

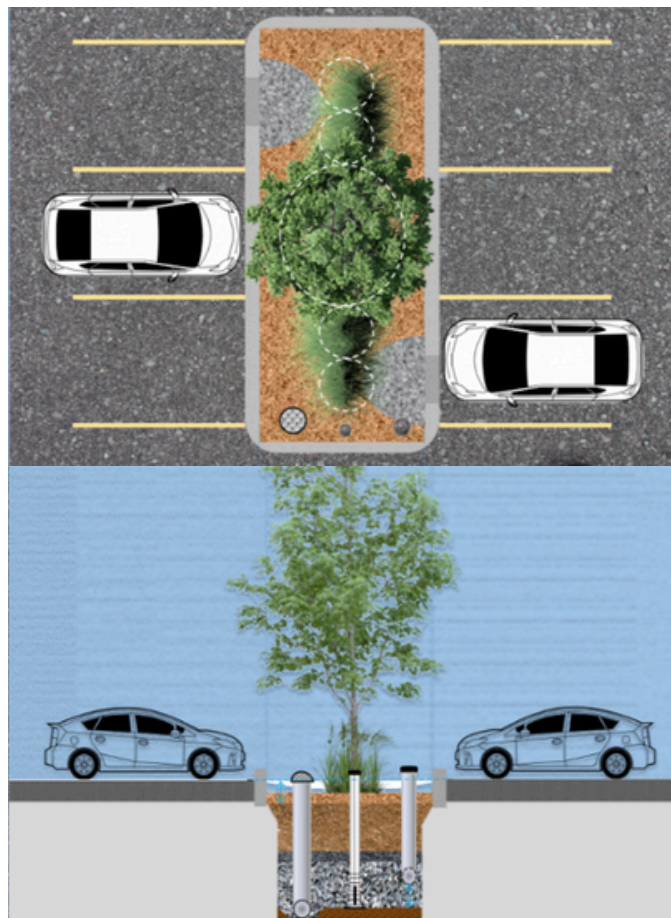


Fonte: Brasil de Fato (2024)

1.8 DRENAGEM SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO GLOBAL DE TERMOS E PRÁTICAS

LOW IMPACT DEVELOPMENT - LID

O conceito de *Low Impact Development - LID*, em português “desenvolvimento de baixo impacto”, surgiu na América do Norte por volta de 1990 (Coffman, 2002, apud Ahiablame *et al.* 2012) e sugere uma maior infiltração da água da chuva no solo, através de processos naturais como telhados verdes, jardins de chuva e trincheiras de infiltração, de maneira a armazenar, reter, infiltrar, reutilizar e purificar a contribuição pluvial (Coffman *et al.*, 1999).

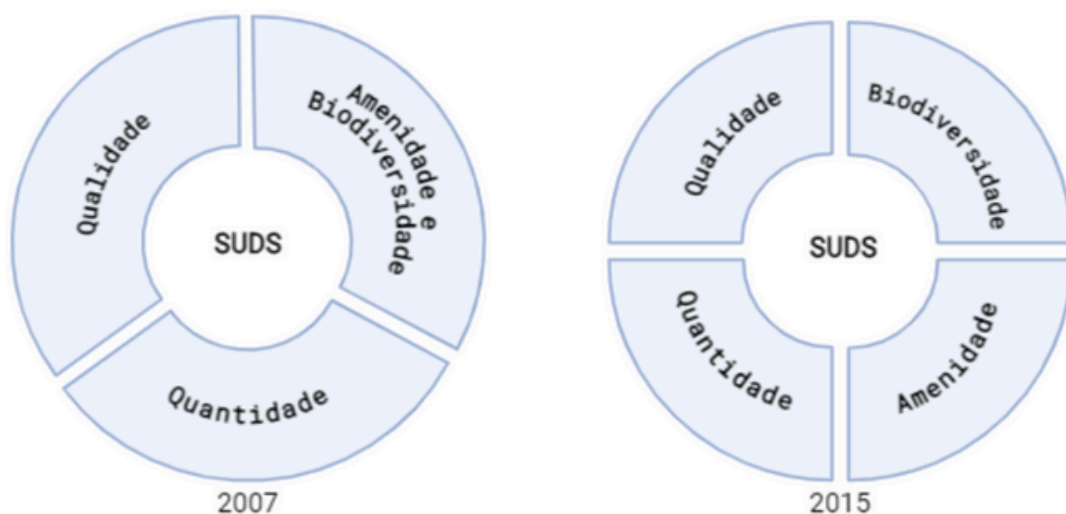


Fonte: LID SWM (2023)

1.8 DRENAGEM SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO GLOBAL DE TERMOS E PRÁTICAS

SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEM - SUDS

As definições dos termos estão em constante evolução, sendo o caso dos SUDS, do inglês: *Sustainable Urban Drainage System*, e em português, *Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável*. Ciria (2007), caracterizava o termo numa tríade de igualdade entre Quantidade, Qualidade e Amenidade/Biodiversidade e em 2015 publicou um novo manual reestruturando o modelo, dessa vez realizando a separação entre Amenidade e Biodiversidade, e consecutivamente criando uma quarta componente no sistema.



Fonte: elaborado pelo autor

A coleta e reservação de água da chuva, através de telhados verdes e pavimentos permeáveis e lagoas, sistemas de biorretenção e arborização urbana, são exemplos aplicáveis de SUDS para reduzir escoamento superficial, aumentar a infiltração e tratamento e estimular a evapotranspiração (CIRIA, 2015). Estima-se que o conceito de SUDS tenha surgido no Reino Unido por volta de 1997 mencionado por Jim Conlin (Fletcher et al, 2015).

1.8 DRENAGEM SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO GLOBAL DE TERMOS E PRÁTICAS

ACTIVE BEAUTIFUL CLEAN WATERS - ABC WATERS

A água de Singapura é proveniente de quatro fontes distintas: dessalinização, reuso de águas residuais, captação local e importação de um país vizinho, e o país não possui aquíferos e armazenamentos suficientes (Tortajada, 2006). A agência nacional caracteriza a sigla no, português, como: Atividade, Beleza e Limpeza das Águas.

Os três conceitos estão, respectivamente, baseados na atividade em proporcionar a proximidade da população com os corpos d'água para atividades de lazer, causar a transformação dos corpos hídricos e reservatórios em atrações esteticamente bonitas e melhorar a qualidade da água reduzindo o escoamento superficial e mantendo a água limpa desde a sua fonte (PUB, 2024). A agência conta com projetos de incentivo a empresas públicas e privadas a adotarem o método em troca de benefícios ambientais. A capacitação de profissionais no projeto iniciou-se em 2011 em parceria com a Instituição de Engenheiros de Singapura - IES, multiplicando o número de profissionais agentes do conhecimento do método.



1.8 DRENAGEM SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO GLOBAL DE TERMOS E PRÁTICAS

WATER SENSITIVE URBAN DESIGN - WSUD

Datado do início dos anos 1990, composto por um grupo de engenheiros, arquitetos e ambientalistas australianos, da cidade de Perth, surgiu o termo Water Sensitive Urban Design - WSUD (Argue, 2004). O conceito visa englobar uma série de estruturas para mitigar impactos, incorporando infraestruturas descentralizadas, telhados verdes, pavimentos permeáveis e reservatórios de água da chuva (Lloyd et al, 2002). A classificação do método pode ser configurada em duas partes, seja no local onde será aplicado ou em termos de dimensão, ou seja, sua escala (Sharma et al 2019). Ressalta-se que cada região é ímpar e deve ser analisada antes de realizar a implementação, além da incorporação de mais de uma medida para que o conceito geral da sigla WSUD seja efetivo, otimiza-se também a infraestrutura, uma vez que poderá oferecer mais de uma função. Os autores do termo trazem como exemplo de função primária os reservatórios de água que servem como armazenamento para futura utilização, mas que também servem reduzindo o escoamento superficial inicial, principalmente em eventos extremos de precipitação que conseqüentemente ajudam também a reduzir alagamentos.

1.8 DRENAGEM SUSTENTÁVEL: UM LEVANTAMENTO GLOBAL DE TERMOS E PRÁTICAS

LOW IMPACT URBAN DESIGN AND DEVELOPMENT - LIUDD

Na Nova Zelândia, Puddephatt e Heslop, 2007 abordam o conceito de Desenvolvimento e Design Urbano de Baixo Impacto, como o manejo de águas pluviais, sigla que serve como guia para integrar decisões facilitando resultados sustentáveis. O método aborda tanto o design envolvido quanto o conjunto de técnicas estruturais para controle das águas. O design, segundo os autores, ressalta a importância de reproduzir as formas naturais e uso de fontes baseadas na natureza. Financiado pela Fundação de Pesquisa Científica e Tecnológica da Nova Zelândia, o termo LIUDD provém de um programa dentro do Portfólio das Cidades Sustentáveis construído em 2003 (Van Roon and van Roon, 2009). De acordo com os autores, há três princípios envolvidos de forma hierárquica. Os princípios estão relacionados com a forma Maori de ver e proteger a natureza. Os Maoris são uma população indígena, que, assim como na América, também sofreu com a colonização (Passeti, 2020). O termo "mauri" que aparece nos princípios, diz respeito ao espírito que dá vida e identidade a todos os seres e objetos, tanto animados quanto inanimados (Moorfield, 2003)

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

Kahoot!

2. ESTUDO DE CASO

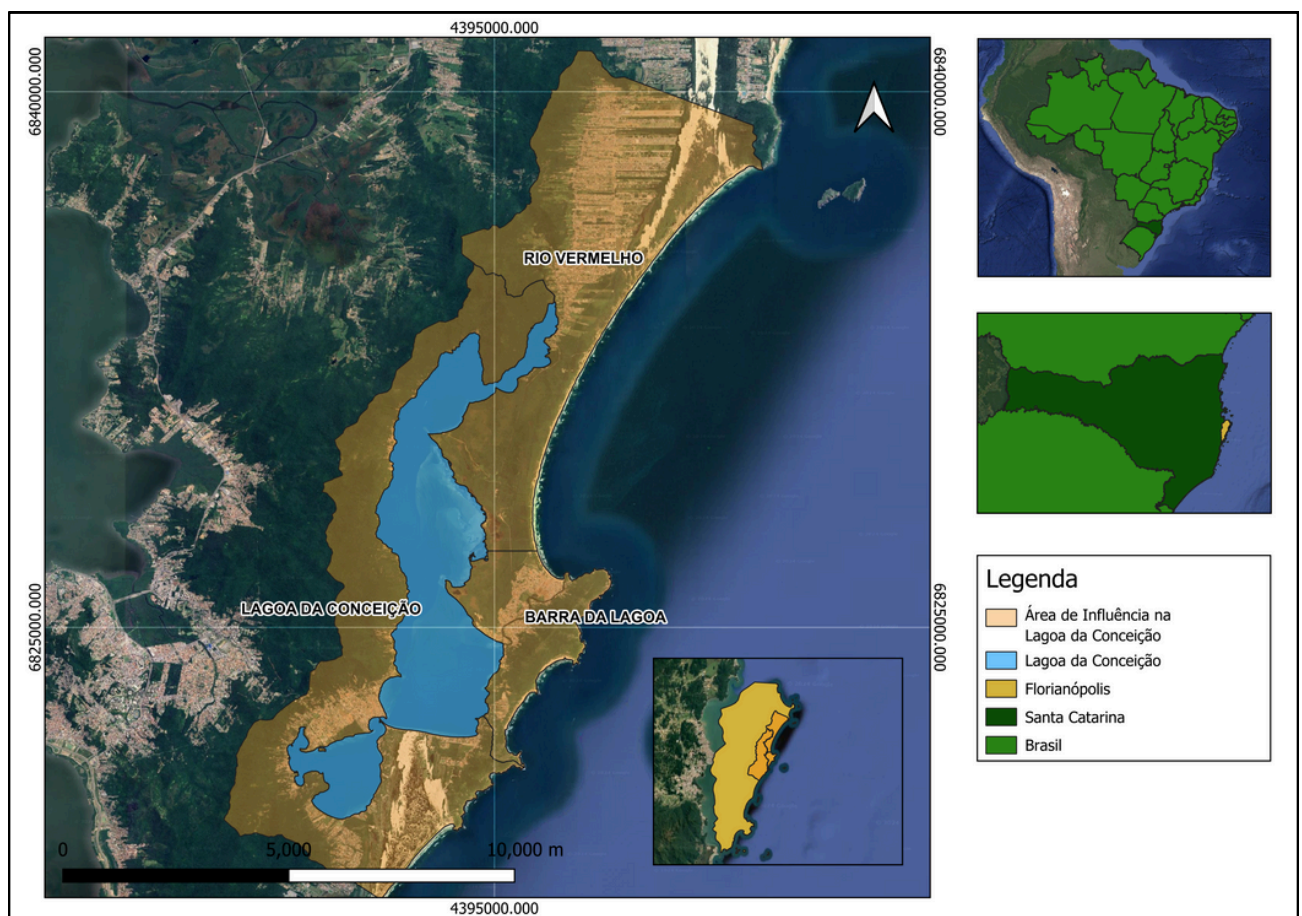
2ª PARTE

A partir daqui o caderno busca desenvolver habilidades no manejo de águas pluviais em bacias urbanizadas, com foco em técnicas estruturais, além de um levantamento das técnicas não estruturais que podem ser aplicáveis à região e quais já estão sendo utilizadas. Almeja-se um aprendizado do processo necessário de desenvolvimento em estudos que possibilitam a compreensão de quais técnicas sustentáveis podem ser aplicáveis e adequadas à cada caso particular, com adoção de ferramentas como o PLANSUDS. Esta segunda etapa tem foco em um estudo de caso realizado na sub-bacia João Gualberto Soares localizada na bacia da Lagoa da Conceição.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

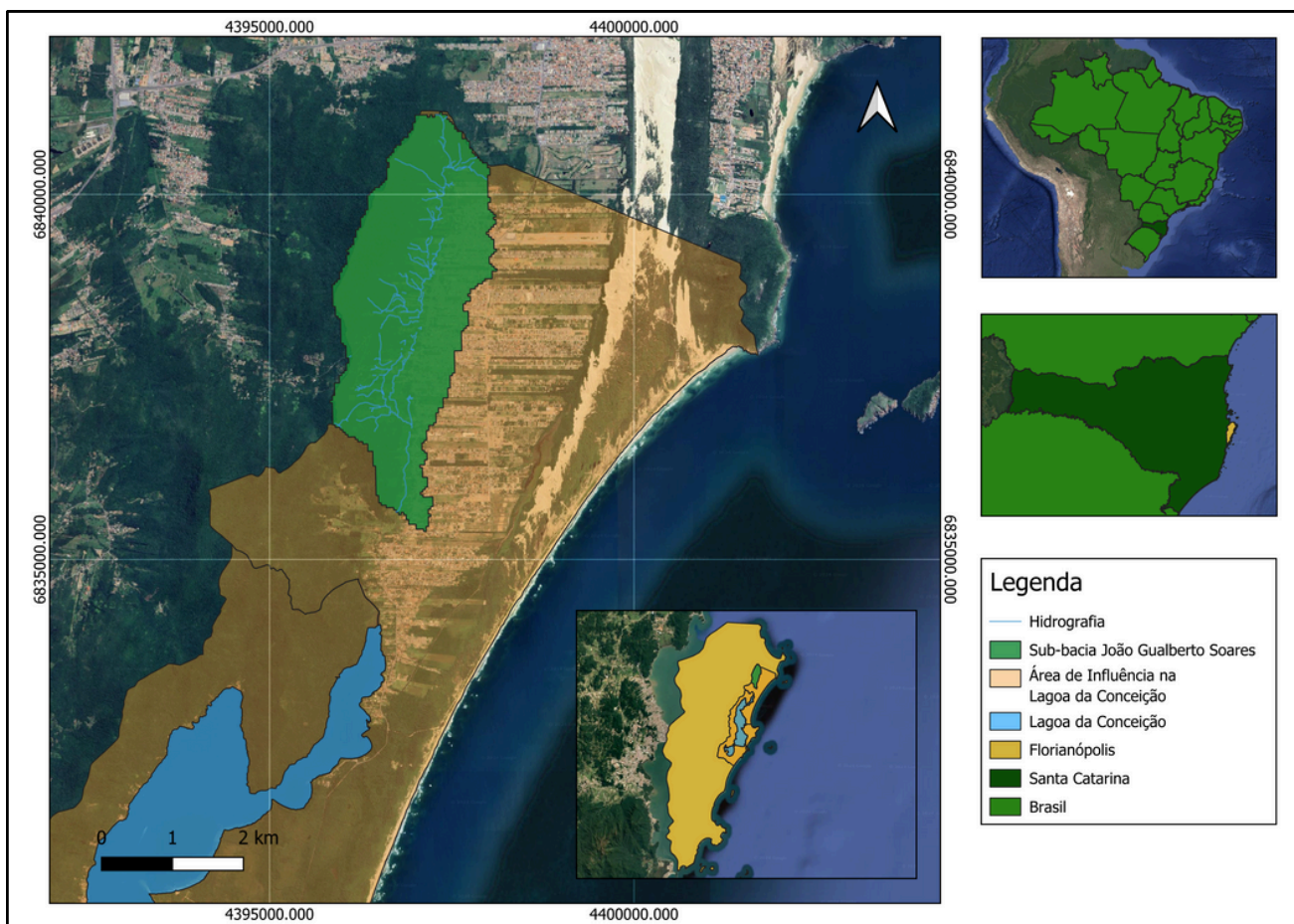
Localizada no leste da Ilha de Florianópolis, faz divisa com três regiões administrativas: Lagoa da Conceição, Barra da Lagoa e Rio Vermelho. Juntos, os três bairros somam 30990 pessoas (adaptado de Machado 2019 apud IBGE e IPUF). A lagoa, tecnicamente, é considerada uma laguna, pois possui ligação com o mar através de um canal, que explica a salinização da água em alguns pontos.

Com uma área de 19.2km², Ledo (1990) expressa a importância da composição dos seus afluentes, principalmente dos diversos córregos e rios, com destaque ao rio João Gualberto Soares.



Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES



Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.1 COLETA DE DADOS

Levantou-se, através de pesquisa, estudo e catalogação, as principais fontes de dados gratuitos que estivessem disponíveis em sites brasileiros e pudessem ser utilizados como dados de entrada para estudos de drenagem urbana sustentável. A sintetização dos quadros principais visa facilitar e viabilizar o trabalho de agentes municipais que não possuem vasta experiência em estudos e projetos deste tema. Os quadros que serão apresentados no apêndice A foram elaborados a partir de um conjunto de dados que podem ser obtidos de forma direta, e que foram catalogados em cinco grandes grupos: i) físicos, ii) de infraestrutura, iii) hidrológicos, iv) sociais, e v) dados adicionais.

DADOS FÍSICOS

Categoria	Descrição	Forma do dado/obtenção	Formato do arquivo (se houver)	Fonte/Referência	Link (se houver)	Qualidade	Observações
-----------	-----------	------------------------	--------------------------------	------------------	------------------	-----------	-------------

Fonte: elaborado pelo autor

Após a realização das medidas diretas, iniciou-se a busca pelos componentes de medição de maneira indireta, que são aqueles que necessitam de cálculo ou análise para serem determinados e interpretados, desta vez apenas para dados físicos. A apresentação dos dados também construiu-se em formato de quadro.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.1 COLETA DE DADOS

Para os dados diretos foi construído um quadro para cada um dos cinco grupos de dados, contendo as seguintes características (colunas do quadro):

- Categoria: reunião de dados relevantes para pesquisas sobre drenagem urbana sustentável.
- Descrição: na segunda coluna da tabela, apresentou-se breve descrição dos dados listados na coluna “categoria” com informações pertinentes a cada um deles.
- Forma do dado/obtenção: nesta etapa resumiu-se a forma como os dados são apresentados para sua análise, consultou-se as fontes de informação e listou-se a maneira que cada site disponibilizou-os.
- Formato do arquivo: Formato de cada arquivo dos sites de interesse, tais como formatos em pdf, csv, shp, etc.
- Fonte/referência: os sites que disponibilizaram os dados para consulta foram expostos nesta coluna da tabela;
- Link: de maneira a otimizar a busca pelos dados, os links de acesso aos sites vinculados às informações até aqui levantadas foram disponibilizados na tabela;
- Qualidade: almejou-se, quando disponível, identificar a qualidade dos dados, fosse por resolução de escalas, ou por periodicidade em que os dados são atualizados.
- Observações: informações extras e de interesses que pudessem ser relevantes e pertinentes.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Motivado pela crescente necessidade de soluções eficazes e sustentáveis para o manejo de águas pluviais urbanas, a elaboração deste tópico surge com sugestões de alternativas de enfrentamento dos desafios ligados à urbanização acelerada, que com frequência resultam em alagamentos e degradação ambiental. Ao explorar opções de drenagem sustentável, o foco não é apenas em mitigar impactos negativos gerados por chuvas intensas, mas também promover a recuperação e preservação dos recursos hídricos.

Assim, de forma subsequente ao levantamento das fontes de dados realizado nas etapas anteriores, aplicou-se um software, o PLANSUDS, para obtenção de alternativas para a região, além de pesquisa na literatura que justificassem outras sugestões.



QGIS

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Qgis é uma aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIG), é uma plataforma gratuita que oferece suporte à visualização, edição e análise de dados geoespaciais para criação de mapas. Lançado em 2009, permanece até hoje com desenvolvedores voluntários, que mantêm o programa sempre atualizado. Funciona no Windows, Mac OSX, Linux, Unix e Android. O programa suporta dados nos formatos vetoriais e raster.



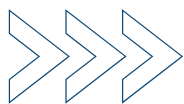
Criação de geometrias: geração de pontos, linhas e polígonos;



Buffer: cria uma zona em torno de um recurso em unidades de distância ou tempo;



Sobreposição: sobrepõe dois ou mais mapas ou camadas para mostrar as relações entre eles;



Recorte: corta uma camada de entrada com a extensão de um limite de uma determinada feição;



Selecionar por atributo: seleciona feições de acordo com suas propriedades, como consultar um banco de dados.

Assim como o PLANSUDS, a plataforma conta com mais de 1200 complementos, desenvolvidos por usuários voluntários, também gratuitos.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

- O Software deve ser baixado através do seguinte identificador:

[HTTPS://QGIS.ORG/DOWNLOAD/](https://qgis.org/download/)

- No final da página que abrir, clique no seguinte botão para avançar para a página de download:

Skip it and go to download

- **Atenção!** Recomenda-se optar sempre pela versão mais estável ante a mais recente, constantemente os códigos estarão em atualização.

Long Term Version for Windows (3.34 LTR)

Latest Version for Windows (3.40)

- Após clicar na primeira opção da imagem anterior o download deve ser iniciado automaticamente e a página deve atualizar para a seguinte mensagem:

Thank you for choosing QGIS!

Your freshly baked copy of QGIS is downloading.

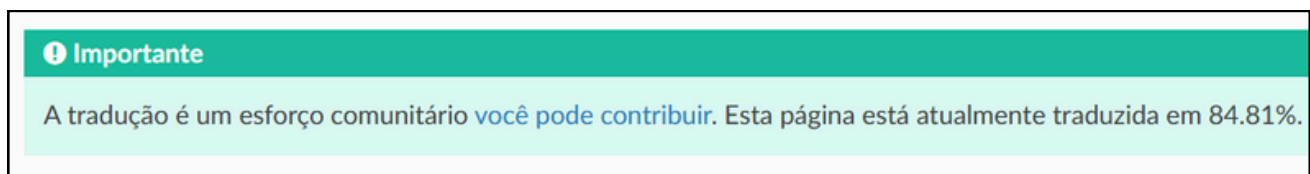
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Existem diversas formas de obter conhecimento para desenvolver as habilidades para trabalhar com o auxílio do Qgis, sendo em apostilas ou videos em plataformas como Youtube. Seguem duas sugestões de aprendizado:

- Guia do Usuário QGIS - Um guia parcialmente traduzido que contém 33 tópicos de auxílio ao usuário.

[HTTPS://DOCS.QGIS.ORG/3.34/PT_BR/DOCS/USER_MANUAL/INDEX.HTML](https://docs.qgis.org/3.34/pt_br/docs/user_manual/index.html)



2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

- Apostila do Governo Federal em conjunto com Universidades Federais - Uma apostila com 342 páginas de apoio ao usuário

[HTTPS://WWW.GOV.BR/ECONOMIA/PT-BR/ASSUNTOS/PATRIMONIO-DA-UNIAO/ARQUIVOS-ANTIGOS-PRIVADOS/PROGRAMA-DE-MODERNIZACAO/LINHA-DO-TEMPO/28-CURSO-DE-QGIS-BASICO.PDF/VIEW](https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/arquivos-antigos-privados/programa-de-modernizacao/linha-do-tempo/28-curso-de-qgis-basico.pdf/view)



The screenshot shows the gov.br website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Órgãos do Governo', 'Acesso à Informação', 'Legislação', and 'Acessibilidade'. A search bar is present with the text 'O que você procura?'. The main content area displays the breadcrumb path: 'Ministério da Economia > Assuntos > Patrimônio da União > Arquivos anteriores privados > Programa de Modernização > Linha do tempo > APOSTILA DO CURSO DE QGIS BÁSICO VERSÃO 2.18'. The title of the document is 'APOSTILA DO CURSO DE QGIS BÁSICO VERSÃO 2.18', and it is identified as 'Produto 2.2: Elaboração do Material Didático do TED N° 17/2016'. The page was last updated on 20/04/2023 at 16h38. A download link is provided for the file '28-curso-de-qgis-basico.pdf' with a size of 15618 KB.

APOSTILA DO CURSO DE QGIS BÁSICO VERSÃO 2.18



2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS

PLANSUDS é um *plugin* de auxílio à tomada de decisão para implantação de dispositivos de drenagem urbana sustentável, desenvolvido pela doutora Thays Tsuji, em 2024, que em seu doutorado trabalhou no desenvolvimento do complemento para ser utilizado em softwares de geoprocessamento, tal como Qgis. O trabalho da Thays desenvolveu-se no LAUTEC - Laboratório de Águas Pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias da UFSC, e propôs a realização do pré dimensionamento de quatro alternativas sustentáveis do âmbito da drenagem urbana, sendo elas:

ZONAS DE BIORRETENÇÃO

VALAS DE INFILTRAÇÃO

PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS

De acordo com o próprio manual de uso (PLANSUDS, 2023), a ferramenta foi desenvolvida na linguagem de programação Python, focado no uso pelo QGIS 3.0, além de ser compatível com Linux e Windows. Para prosseguimento do trabalho, utilizou-se, então, a plataforma Qgis, previamente baixada no dispositivo. Com o plugin instalado como extensão realizou-se a inserção dos dados de entrada que são obrigatórios para análise dos resultados, sendo eles:

- Período de retorno (para dimensionamento de projeto);
- Área de contribuição (área da sub-bacia);
- Condutividade hidráulica;
- Coeficiente de deflúvio (condições atuais da área de contribuição); e
- Altura do lençol freático.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS

Cidades como as capitais do Rio Grande do Sul e Distrito Federal utilizam em seus projetos e estudos de manejo de águas pluviais urbanas valores de vazão que consideram um cenário de ocupação do solo anterior à urbanização (DEP-IPH, 2005 e Costa, 2023). Têm-se como objetivo utilizar estes valores como base para regulação de escoamento superficial evitando problemas com alagamentos.

O resultado dessa vazão de pré - desenvolvimento também é retirado do PLANSUDS através da fórmula de vazão específica utilizando a metodologia de Tucci. Para isso, inicialmente, encontra-se a vazão através do método racional:

$$Q = 0,2778 * c * i * A, \text{ onde:}$$

Q máx = vazão máxima (em m³/s);

C = coeficiente de escoamento médio superficial ponderado;

i máx = máxima intensidade da precipitação (em mm/h);

A = área da bacia contribuinte (em km²);

0,2778 = fator de conversão.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS

Para Florianópolis, o método racional considera a intensidade de chuva obtida pela IDF de Back (2013), porém o plugin consta em sua base de dados outras 725 curvas IDF para diversos municípios. Além da curva de Back estar inserida no plugin, o coeficiente de deflúvio, a duração da precipitação e o tempo de retorno também são automaticamente considerados pelo complemento, com valores fixados de 0,15, 1h e 10 anos, respectivamente. Essa etapa não é editável pelo usuário.

Ressalta-se que o *plugin* possui duas formas de uso, a básica e a avançada. A partir daqui, a manipulação dos dados e demais considerações foram feitas a partir da opção “básica” do *plugin*. Após encontrar a vazão, em m³/s pelo método racional, é calculada a vazão específica, onde divide-se a vazão encontrada pela área, através da equação:

$$q_s = Q/A = 0,2778 * c * i$$
$$q_s = 0,2778 * c * i \text{ [L/s.km}^2\text{]}$$

O volume que é necessário para armazenar o montante potencialmente gerador de escoamento superficial é dado ao final da disponibilização das informações pelo PLANSUDS, e é calculado pelo complemento através do volume que seria infiltrado individualmente pelas quatro técnicas avaliadas, além da vazão de restrição.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS

Considera-se uma altura máxima de água de armazenamento para evitar transbordos, que é obtida através da maior diferença entre as curvas de precipitação e de infiltração. Tendo o dado de altura armazenada de água para cada técnica, o programa calcula o volume necessário que a estrutura precisará ter para armazenar a contribuição. Esta conta é feita através da multiplicação da altura de água acumulada pela área de contribuição da sub-bacia. Por fim, com o dado de volume gerado, o programa irá indicar a área necessária para instalar cada uma das técnicas que são sugeridas pelo mesmo.

Para prosseguimento do trabalho, utilizou-se, então, a plataforma Qgis, com o complemento do PLANSUDS instalado como extensão. Então, realizou-se a inserção manualmente dos dados de entrada que são obrigatórios para análise dos resultados, sendo eles:

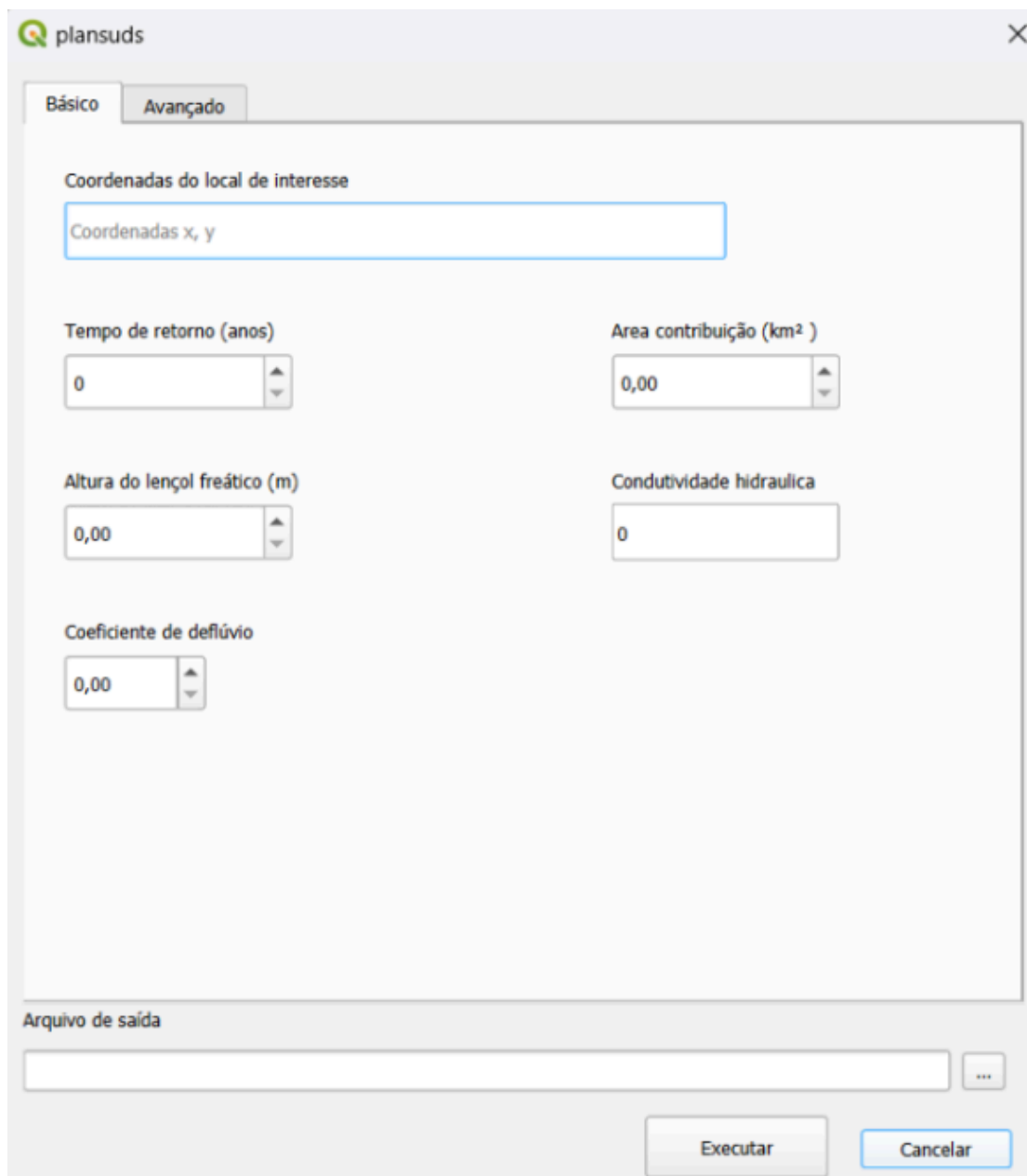
- Período de retorno (para dimensionamento de projeto);
- Área de contribuição (área da sub-bacia);
- Condutividade hidráulica;
- Coeficiente de deflúvio (condições atuais da área de contribuição);
- Altura do lençol freático.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS

INTERFACE DOS DADOS DE ENTRADA NO PLANSUDS



The screenshot displays the 'plansuds' software interface. It features a window with a title bar and a close button. The interface is divided into two tabs: 'Básico' (selected) and 'Avançado'. The 'Básico' tab contains several input fields:

- Coordenadas do local de interesse:** A text box labeled 'Coordenadas x, y'.
- Tempo de retorno (anos):** A spin box with the value '0'.
- Area contribuição (km²):** A spin box with the value '0,00'.
- Altura do lençol freático (m):** A spin box with the value '0,00'.
- Conductividade hidráulica:** A text box with the value '0'.
- Coefficiente de deflúvio:** A spin box with the value '0,00'.

At the bottom of the window, there is an 'Arquivo de saída' field with a browse button (...). At the very bottom, there are two buttons: 'Executar' and 'Cancelar'.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS

A sugestão de infraestruturas a serem inseridas no local de estudo é realizada através de uma soma ponderada. A equação que gera os resultados de acordo com seus pesos pode ser conferida abaixo:

$$\text{Pontuação} = (\text{peso} * \text{benefícios}) + (\text{peso} * \text{vida útil}) + (\text{peso} * \text{manutenção}) + (\text{peso} * \text{área})$$

O manual faz a distribuição dos pesos de forma que a infraestrutura de menor área recebe peso 0,4 enquanto a técnica com maior benefício recebe 0,3. Já para a técnica com menor tendência a entupimento e, por conseguinte, de manutenção, o peso atribuído é de 0,2. Por fim, peso de 0,1 dentre as técnicas que tiverem maior vida útil. Ressalta-se que para a versão avançada do uso do complemento os pesos podem ser alterados.

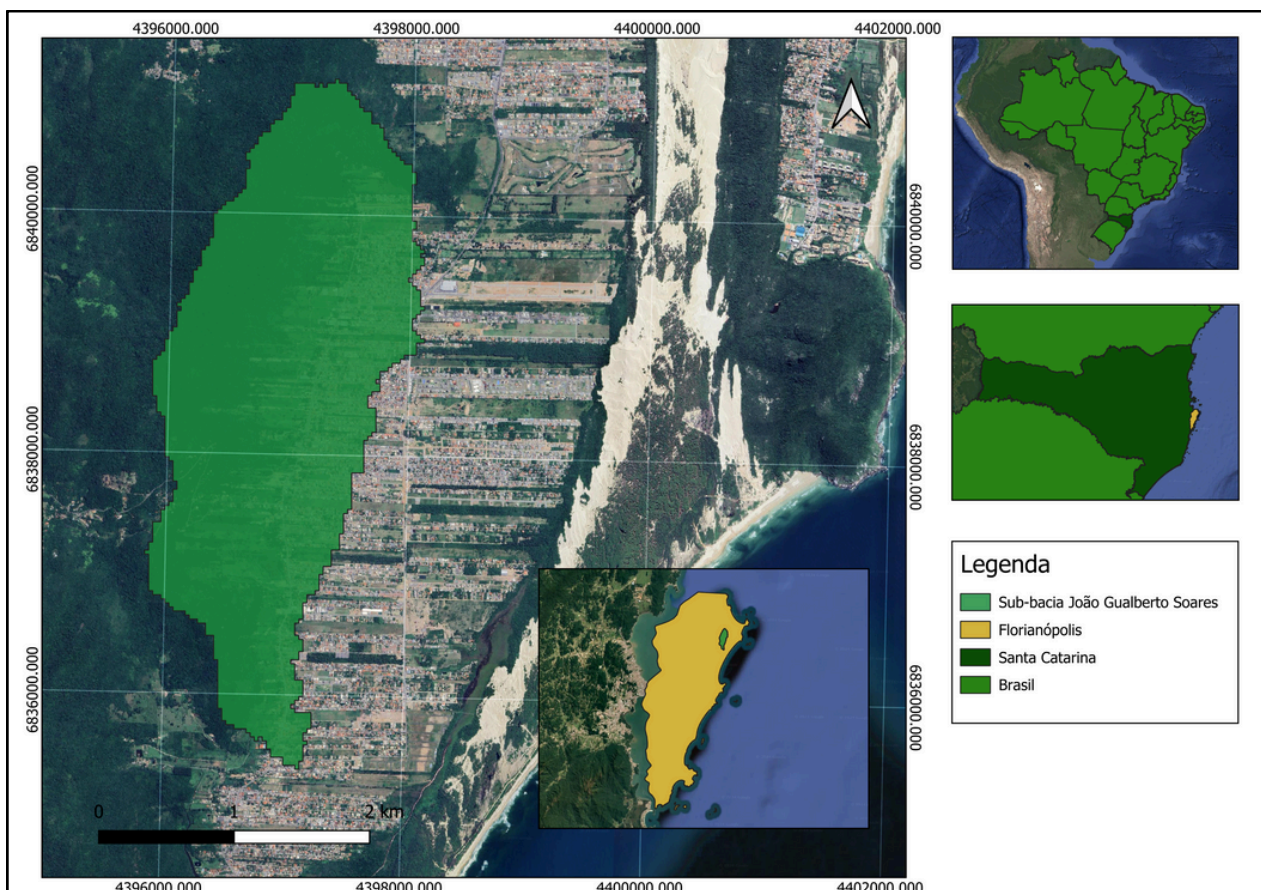
Optou-se por realizar quatro iterações iniciais com conjuntos de dados divergentes entre si, no intuito de analisar possíveis diferenças no sistema de pontuação e na sugestão de estruturas pelo PLANSUDS.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

Para encontrar o dado de entrada “área de contribuição” baixou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) através da base de dados disponibilizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). A bacia fora delimitada no software QGis através da inserção de um exutório, e a área foi consultada pela tabela de atributos gerada. O valor encontrado para a área de estudo foi de 6,07 km²



Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: TEMPO DE RETORNO

Para fins de dimensionamento, o conceito de Tempo de Retorno (TR) aparece como um coeficiente de segurança, uma vez que as estruturas urbanas de drenagem são calculadas levando em consideração diferentes valores de acordo com eventos de diferentes magnitudes (Collischonn e Tassi, 2008). Ainda segundo os autores, o tempo de retorno é dado em anos e serve como forma de estimar o tempo em que levará, em média, para um evento extremo ser igualado ou superado.

$$TR [\text{anos}] = 1 / \text{Probabilidade}$$

Os valores utilizados como dados de entrada de Tempo de Retorno foram retirados do Manual de Projeto de Drenagem Urbana da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de 1986. E foram definidos em: 5 anos para os cenários de microdrenagem e de 50 anos para o cenário de macrodrenagem

Obra	Ocupação da Área	Tempo de Retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com Edifícios de Serviço Público	5
	Aeroportos	2 - 5
Macrodrenagem	Áreas Comerciais e Residenciais	50 - 100
	Áreas de Importância Específica	500

Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

Rawls et al (1992) definem condutividade hidráulica como a capacidade do solo de conduzir água, e colocam a variável em função das propriedades do solo como porosidade e propriedades do fluido como viscosidade e densidade. A condutividade varia de acordo com a composição do solo, como pode ser visto em estudos de solos argilosos e arenosos, além da correlação diretamente proporcional de condutividade e presença de água no solo.

Para determinação de valores de condutividade, baseia-se em ensaios de laboratório e de campo. Coradini (2022) realizou um levantamento de dados por diferentes autores, além de ensaios autorais em diferentes pontos da bacia da Lagoa da Conceição.

Condutividade (m/s)	Autor
0,00000518	Pacheco (2015)
0,00022	Coradini, 2022 (método de Hazen)
0,00038	Coradini, 2022 (método de Kozeny)
0,0001	Perroni(1983) Apud Borges
0,0001	Santos, 2018 (método de Hazen)
0,0003	
0,0003	Santos, 2018 (método de Kozeny-Carman)
0,0006	

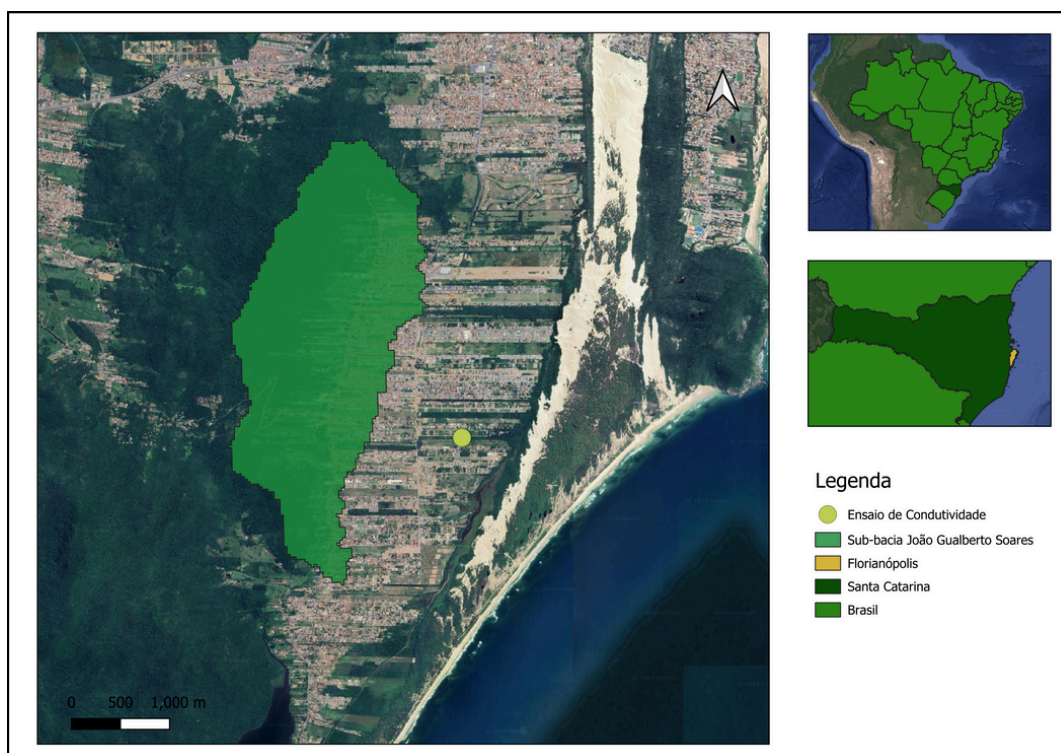
Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

Os valores escolhidos para compor os dados de entrada no PLANSUDS foram os encontrados por Coradini (2022) em seu trabalho, uma vez que a autora realizou 12 ensaios através de diversos métodos, entre eles, os escolhidos em questão através das equações de Hazen Williams e Kozeny-Carman, sendo que um dos ensaios fora realizado próximo da sub bacia de estudo em questão, que acabou sendo fator determinante na escolha dos valores para compor os dados a serem adicionados no plugin. A figura abaixo demonstra o ponto de análise feito por Coradini e a proximidade de um quilômetro com a bacia de estudo.



Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

Os valores para compor as iterações foram os de 0,0003 m/s para o cenário 01 de microdrenagem e 01 de macrodrenagem e 0,00000518 m/s para os cenários 02 de microdrenagem e 02 de macrodrenagem, com a variação de duas fontes de dados para analisar possíveis incongruências provindas da diferença de grandeza nos valores de condutividade hidráulica.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

O coeficiente de deflúvio pode ser encontrado a partir de três componentes, sendo eles:

- I. Pedologia: os dados de pedologia foram retirados da base de dados do IBGE em formato de shapefile e em escala de 1:250:000. Compilando os valores encontrados na classificação de solos elaborada por Sartori et al (2005) onde elencaram quatro grupos hidrológicos de solo: A, B, C e D;
- II. Uso e ocupação do solo: retirados do shapefile do MAPBIOMAS, os valores de área da tabela de atributos foram exportados para uma tabela e organizados de maneira a agrupar códigos iguais e somar suas respectivas áreas;
- III. Condição de umidade: retirada da literatura;

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

O valor encontrado de CN foi resultado dos dados de pedologia, uso e ocupação do solo e condição de umidade do solo. Porém, o valor adotado foi retirado de Medeiros (2024). O arquivo shapefile de pedologia para a área de estudo resultou nas seguintes características encontradas na tabela 4.

Pedologia	Área (km ²)
PVa - Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico	2,95
RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico	1,13
Área Urbana	1,93

Fonte: elaborado pelo autor

A ANA traz em sua Nota Técnica de nº 46/2018/SPR o método de Sartori et al (2005) que classifica os solos em quatro grupos (A, B, C e D) em função da resistência que o solo apresenta à erosão e da classificação hidrológica.

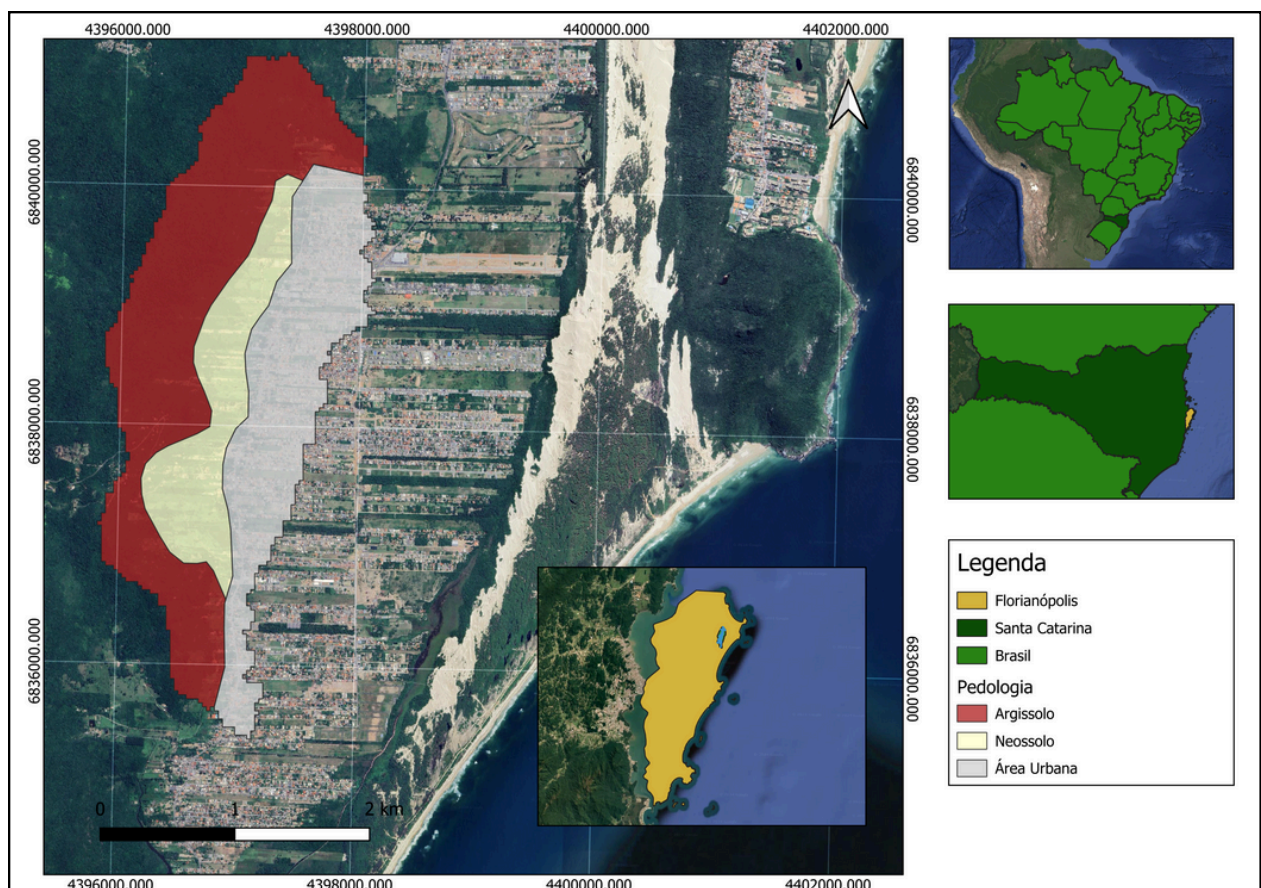
Seguindo as especificações e considerando um tipo de solo Argissolo Vermelho-Amarelo com textura homogênea e com moderada taxa de infiltração, o solo foi enquadrado no grupo hidrológico B. O mesmo ocorreu para Neossolo Quartzarênico que é mencionado apenas no grupo B.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

Abaixo encontra-se o mapa de pedologia para visualização da localização de cada tópico encontrado.



Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

Os dados encontrados para o uso e ocupação do solo presente na região demonstrou quase metade da área sendo ocupada por formação florestal, seguida de área urbanizada e de um mosaico de usos, que representa área de uso agropecuário com dificuldade de distinção entre áreas de pastagem e de agricultura, as demais áreas menos expressivas são as de restinga arbórea e silvicultura.

Uso do Solo	Área (km ²)	Área (%)
Formação Florestal	2,80	46,11
Área Urbanizada	1,69	27,78
Mosaico de Usos*	1,04	17,13
Pastagem	0,39	6,37
Restinga Arbórea	0,13	2,2
Silvicultura	0,02	0,41
Área Total	6,07	100

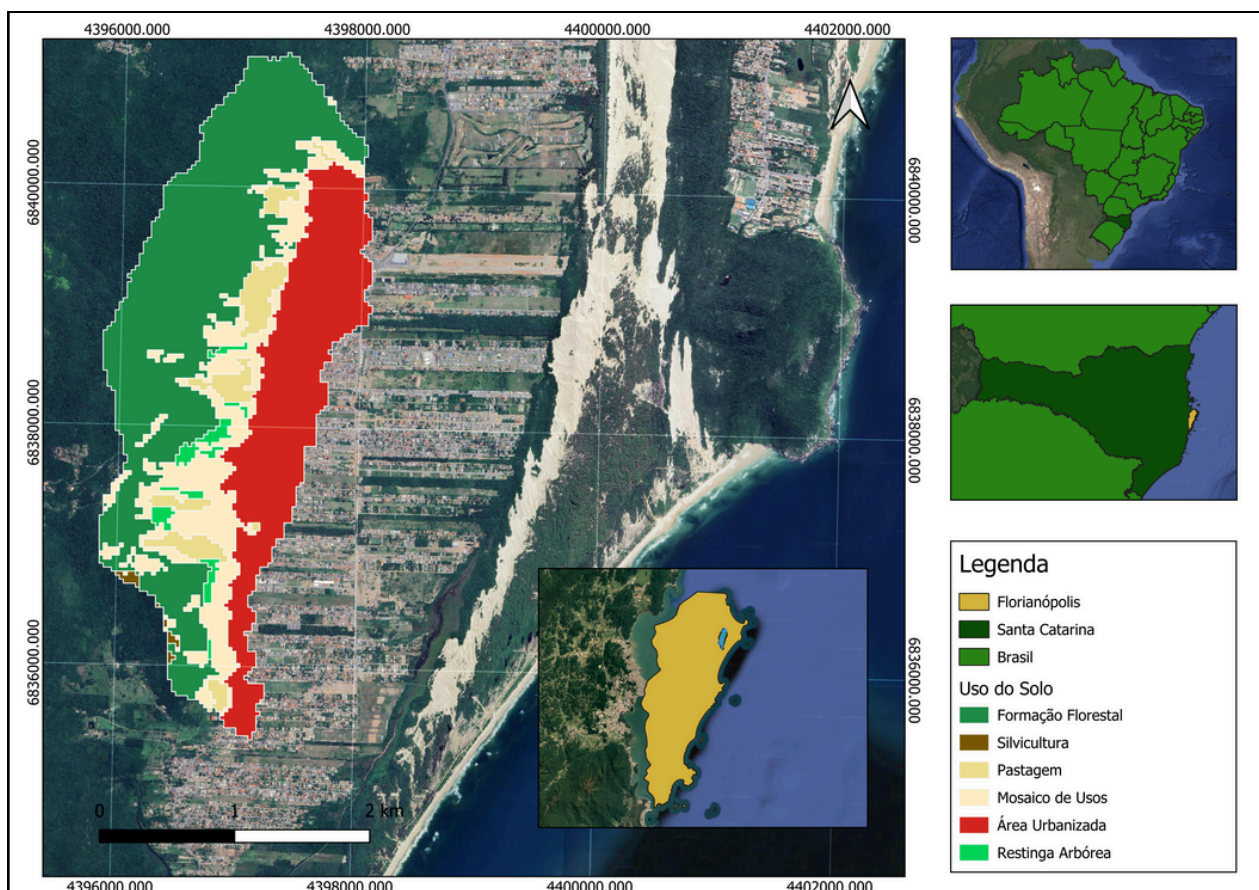
Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

Mapa de uso do solo identificando espacialmente onde encontram-se os valores levantados.



Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

Com a pedologia da sub-bacia categorizada como grupo hidrológico B, utilizou-se a classificação elaborada por Tucci (2009) para bacias urbanas e suburbanas, com intuito de encontrar o valor de CN.

Os valores de CN para o grupo B foram de i) Formação Florestal: floresta com CN de 55; ii) Para área urbanizada: zona residencial com lotes menores de 500m² com CN de 85; iii) Mosaico de usos: considerou-se pastagem com CN de 79; iv) Pastagem; CN de 79; v) Restinga arbórea: floresta com cobertura boa de CN 55; vi) Silvicultura: zonas cultivadas com conservação do solo, CN de 71.

Para respeitar a proporcionalidade de cada área com seu valor correspondente de CN, realizou-se uma ponderação multiplicando cada valor de CN pela extensão de área da qual cada um ocupa, chegando no valor de CN médio de: 69,04.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

I - Condição em que os solos de uma bacia estão secos, mas não o suficiente para o ponto de murchamento das plantas;

II - Condição em que os solos encontram-se na “umidade ideal”, isto é, nas condições que precederam uma enchente máxima anual;

III - Condição em que os solos de uma bacia encontram-se quase saturados, quando da ocorrência de chuvas fortes ou fracas durante cinco dias anteriores a uma determinada chuva.

Como levou-se em consideração a condição II de umidade do solo, o valor de CN não precisou ser corrigido.

Medeiros (2024) encontrou dados de CN para a mesma sub-bacia de estudo, a autora utilizou o auxílio do Software SWMM para retirada desses valores, encontrando um valor de 58,9 para a região, estando 10 unidades acima do valor médio encontrado no parágrafo anterior. Adotou-se então, o valor encontrado pela autora.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: ALTURA DO LENÇOL FREÁTICO

A obtenção de dados para altura do lençol freático foi desafiadora. O Serviço Geológico do Brasil (SGB), antiga CPRM, é uma empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia e serviu como consulta para obtenção das informações desta etapa. O arquivo em formato de shapefile do Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina foi baixado, encontrando diversos pontos de poços identificados pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGA). Ainda que apresentado um ponto muito próximo a delimitação da sub bacia de estudo, o arquivo não apresentou dados de altura, apenas de localização. Anexo ao arquivo shapefile, baixou-se um pdf do relatório do mapa hidrológico, onde obteve-se dados específicos de altura de lençol freático em municípios distintos, mas relativamente próximos à Florianópolis. Em reunião remota com a idealizadora do complemento, recomendou-se adotar um valor prévio padrão para esta entrada, valor que foi corroborado pelo relatório, estando dentro dos intervalos apresentados.

Em reunião remota com a idealizadora do PLANSUDS, e confirmando os dados retirados do relatório do Serviço Geológico do Brasil (SGB), adotou-se uma altura do lençol de 2 metros.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: SUGESTÕES GERADAS

O resumo dos valores selecionados, quando mais de um, para os dados de entrada a serem colocados no plugin podem ser conferidos nas tabela X onde os valores foram discriminados em micro e macrodrenagem.

Cenário	Área (km ²)	CN	Altura do Lençol Freático (m)	Período de Retorno (anos)	Condutividade Hidráulica (m/s)
01 de Microdrenagem	6,07	0,59	2	5	3,00E-04
02 de Microdrenagem	6,07	0,59	2	5	5,18E-06
01 de Macrodrenagem	6,07	0,59	2	50	3,00E-04
02 de Macrodrenagem	6,07	0,59	2	50	5,18E-06

Fonte: elaborado pelo autor

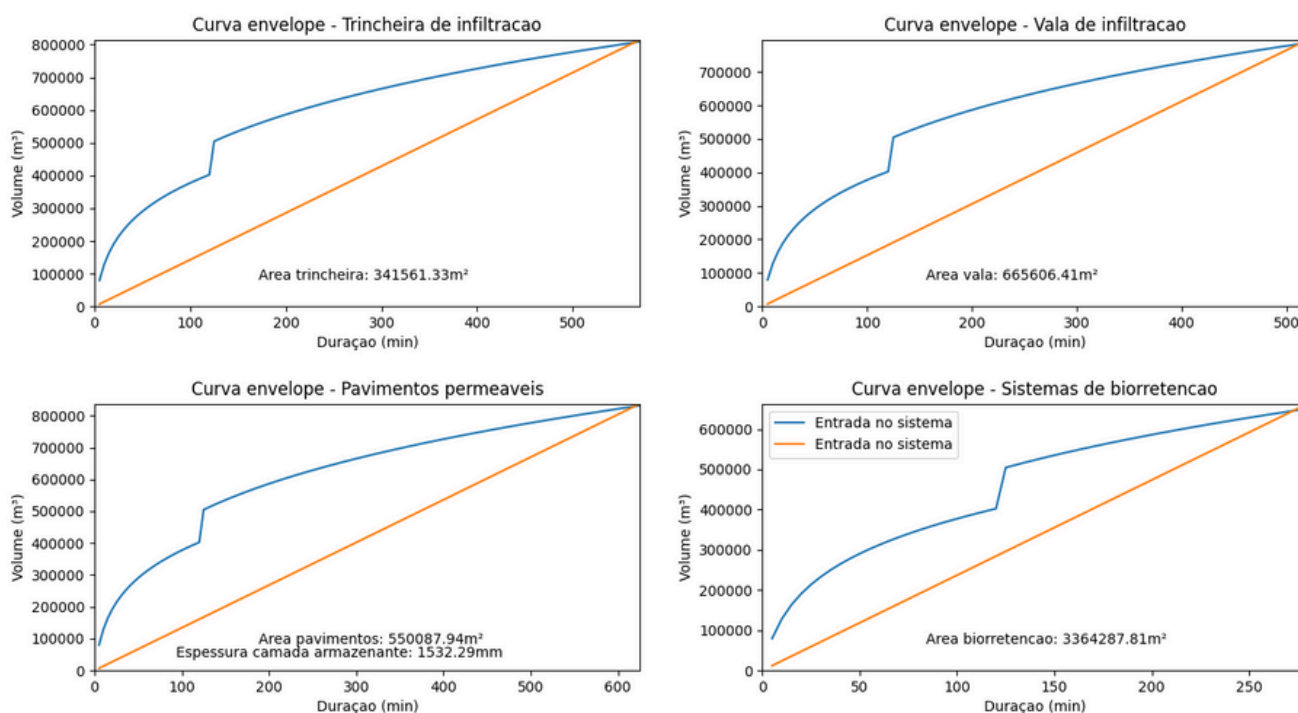
Com os dados de entrada inseridos no complemento do PLANSUDS para cada iteração foi possível executar as operações, que geraram dois arquivos cada, sendo um relatório em formato de texto com as informações e uma imagem em png com as quatro curvas envelope de cada uma das estruturas sugeridas pelo complemento.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: SUGESTÕES GERADAS

A curva em azul demonstra a contribuição de entrada de precipitação na área da bacia, enquanto a reta representa a saída, que é o valor máximo de vazão da pré urbanização.



Fonte: elaborado pelo autor

A área entre a reta e a curva representa o volume a ser armazenado de água na bacia pela estrutura de drenagem em questão. A maior diferença entre as duas curvas é utilizada como o valor máximo de armazenamento que a estrutura deverá suportar para que não haja escoamento superficial superior à vazão de restrição

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: SUGESTÕES GERADAS

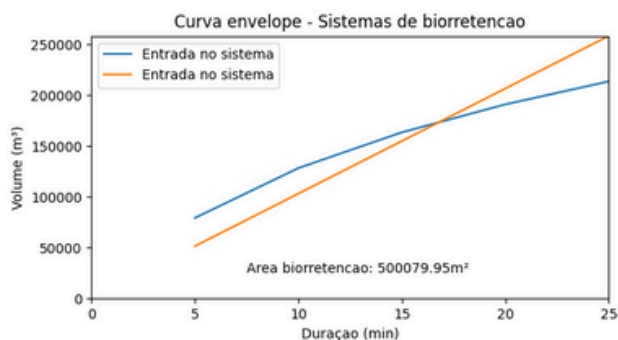
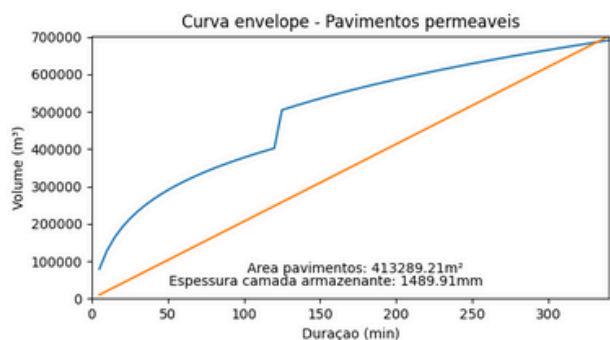
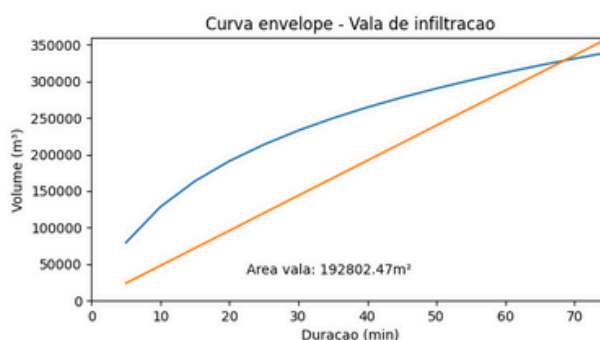
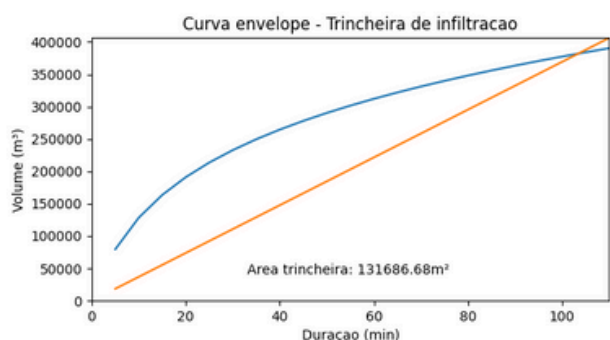
A diferença brusca de inclinação que pôde ser notada em alguns dos gráficos acontece em decorrência da equação da curva IDF proveniente de Back (2013), onde a equação apresenta uma descontinuidade, as curvas então são divididas entre duas condições, onde uma delas atua no intervalo entre 0 e 120 min e a outra a partir desse valor. O degrau deixa de ser observado graficamente nos cenários onde as retas se cruzam num período inferior aos 120 minutos de restrição da equação utilizada por Back (2013).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: SUGESTÕES GERADAS

No sistema de biorretenção, ao alternar dados de condutividade hidráulica nos cenários de microdrenagem 01 e 02, observa-se que para um valor de condutividade maior, as curvas se encontram, o que representa a saturação do solo, resultando num escoamento maior do que a vazão de restrição, portanto não sendo indicado para a área, o que é corroborado pelo valor de armazenamento dado pelo PLANSUDS no cenário 01 de microdrenagem, onde ele aparece sendo o menor dentre todas as alternativas, tendo capacidade reduzida para lidar com eventos de grande intensidade e duração.



Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: SUGESTÕES GERADAS

As quatro iterações resultaram na mesma pontuação de alternativas. Os valores que diferiram foram os de área e volume de implementação, sendo diferentes entres as quatro iterações. A pontuação gerada pelo complemento demonstra a seguinte hierarquia para os quatro cenários de interesse:

- 1° Vala de infiltração: 9.03;
- 2° Trincheira de infiltração: 8.56;
- 3° Zona de biorretenção, 8.01;
- 4° Pavimento permeável, 2.56.

A iteração de macrodrenagem resultou em uma vazão de saída superior ao valor das demais. Esses valores de saída determinam a restrição da vazão máxima, que é a contribuição do quanto o corpo hídrico recebia antes da urbanização, e que precisa ser garantido após a implementação das técnicas.

- 01 de Microdrenagem: 36,32 L/s.ha
- 02 de Microdrenagem: 36,32 L/s.ha
- 01 de Macrodrenagem: 62, 69 L/s.ha
- 02 de Macrodrenagem: 62, 69 L/s.ha

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

2.2.2.1 PLANSUDS: SUGESTÕES GERADAS

Enfatiza-se que o ponto de partida, normalmente, inicia-se com as áreas disponíveis para a implantação das técnicas e, então, a partir dessas áreas e do volume necessário de armazenamento de água para reduzir o escoamento, dimensionam-se as técnicas. Como o plugin prevê um uso mais generalizado, não seria possível automatizar as áreas disponíveis que poderiam receber as técnicas, portanto, opta-se por estimar valores de área que correspondam ao volume necessário que supriria a redução de escoamento

Por fim, os dados são gerados juntamente com avisos e recomendações, como a necessidade de um estudo mais aprofundado das alternativas apresentadas, assim como da área de estudo, de maneira a não substituir a importância do dimensionamento realizado por um profissional.

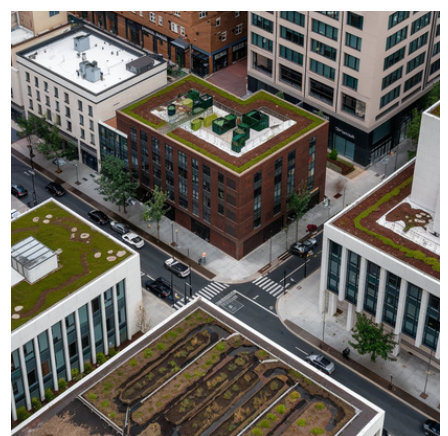
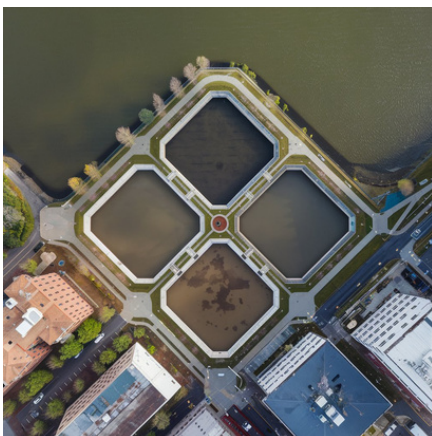
O método das chuvas utilizado para estimar a altura de água a ser armazenada é proveniente de Baptista, Nascimento, Barraud (2015) e possui a limitação de analisar bacias menores do que 80 hectares. Outro fator limitante aparece em decorrência da quantidade de resultados apresentados pelo complemento, que representam apenas uma parcela das opções de medidas estruturais implantáveis.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.2 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Destaca-se que existem outras alternativas de técnicas estruturais de manejo de águas de forma sustentável, tais como:

- Telhados verdes
- Parques lineares
- Microreservatórios
- Reservatórios de retenção e detenção



Fonte: gerada por Ideogram (2024)

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.3 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Dentre todas as alternativas que serão apresentadas, a pressão popular e participação da sociedade são essenciais para que determinados requerimentos de medidas sejam percebidos pelo poder público para tomada de decisão. Instrumentos como consultas e audiências públicas, ouvidorias, organizações como ongs, movimentos sociais, associações de moradores, a visibilidade e pressão da mídia, além do próprio sistema eleitoral atuam no auxílio e servem como ferramentas de ampliação da voz dos indivíduos que constituem a população.

Com base no PROSAB e Enomoto et al. (2000), listou-se as técnicas não estruturais que estão sendo e que podem ser aplicadas na sub-bacia de estudo.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.3 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Educação Ambiental
Limpeza e Manutenção da Rede de Drenagem
Histórico do Sistema Hidrológico
Capacitação Técnica
Sistemas de Alerta e Previsão de Inundações
Fiscalização e Multas para Ligações Irregulares
Legislação
Seguros de Inundação
Repasse de Recursos
Regulamentação do Uso do Solo
Manutenção das Vazões Originais para Novos Empreendimentos
Tributação Específica

Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.3 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

A Lei Municipal de número 11.048, de 30 de agosto de 2023, que: “institui a política municipal de esgotamento sanitário e de drenagem urbana sustentável no município de Florianópolis denominada pacto pelo saneamento de Florianópolis e dá outras providências” estipula ações de educação ambiental, estimula a regulamentação do uso de tecnologias alternativas ou sustentáveis de gestão de águas pluviais e estipula uma data de quatro anos para criação do Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (PDMAP).

Como instrumento para garantir a execução de ações de educação ambiental existem regulamentações e legislações de auxílio e embasamento que podem ser consultadas e foram agrupadas no quadro a seguir.

2.2.3 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Lei	Conteúdo	Âmbito	Fonte
Decreto nº 22.903, de 17 de Maio de 2021	Instituto Grupo Integrado para Educação Ambiental do Município de Florianópolis	Municipal	Decreto nº 22.903, de 17 de Maio de 2021
Lei nº 5481/99	Educação Ambiental, Institui a Política Municipal de Educação Ambiental e da Outras Providências	Municipal	Lei nº 5481/99
Lei nº 13.558, de 17 de Novembro de 2005	Disposição Preliminares de Educação Ambiental	Estadual	Lei nº 13.558, de 17 de Novembro de 2005
Decreto nº 3726, de 14 de Dezembro 2010	Programa Estadual de Educação Ambiental de Santa Catarina - PROEEA/SC.	Estadual	Decreto nº 3726, de 14 de Dezembro 2010
Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009	Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências (parte revogado e alterado por outras leis)	Estadual	Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009
Lei nº 9.795, DE 27 de Abril de 1999	Educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências	Federal	Lei nº 9.795, DE 27 de Abril de 1999
Decreto nº 4.281, de 25 de Junho de 2002	Regulamenta a Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999	Federal	Decreto nº 4.281, de 25 de Junho de 2002

Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.3 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Para o procedimento de limpeza das estruturas de drenagem há a opção, em Florianópolis, de abrir um requerimento solicitando a desobstrução de valas de drenagem. O pedido pode ser feito através de um formulário no site da prefeitura do município. A prefeitura em parceria com a CASAN conta com projetos como o Floripa se Liga Na Rede e Trato pelo Capivari, que realiza inspeções em ligações irregulares de despejo de efluentes na rede de drenagem. Caso o morador não se adeque às recomendações geradas, o mesmo poderá sofrer com autuações, lacres e multas (Trato pelo Capivari, s/d).

Realizou-se, também, o levantamento de ações de educação ambiental que existem no Município. A seguir, apresenta-se um quadro com algumas que estão sendo realizadas na Ilha de Florianópolis.

2.2.3 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Prestador	Projeto	Publico Alvo
Casan: Trato pela Lagoa	Cardápio de Saberes	Alunos das turmas de terceiro e quarto ano
Parceria entre a UFSC, a Casan e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapescc)	Educomunicação Socioambiental na Lagoa da Conceição (Projeto SOMOS Lagoa)	Alunos de escolas localizadas na região da bacia da Lagoa da Conceição
Departamento de Educação Ambiental. Vinculado à Diretoria de Gestão Ambiental de Áreas Protegidas da FLORAM	Nascentes: o ciclo da escritura das águas:	-
	FlorAndando: Caminhadas históricas e ecológicas	Funcionários da FLORAM
IMA	Programa Estadual de Educação Ambiental	-
Comdema, PMF e Conferência de EA.	II Conferência de Educação Ambiental de Florianópolis.	poder público, entidades, associações e sociedade civil
Instituto Flor Raiz	Projeto Regenera – Educação Ambiental e Sustentabilidade	-
Servidores da Secretaria de Estado da Educação (SED)	Núcleo De Educação Ambiental	o NEA visa estimular as interações mais justas entre os seres humanos e os demais seres que habitam o Planeta.
UFSC	NEAMB	Oferece suporte técnico e compartilha o conhecimento gerado na Universidade à toda a comunidade atendida por seus projetos.
STCP Engenharia de Projetos Ltda	Maio Amarelo: trânsito seguro para todos	Trabalhadores do Contorno Viário

Fonte: elaborado pelo autor

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA JOÃO GUALBERTO SOARES

2.2.3 ALTERNATIVAS DE TÉCNICAS NÃO ESTRUTURAIS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA UMA SUB-BACIA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Por fim, além de educação ambiental e legislações de amparo, a defesa civil do Estado consta com um canal de SMS que emite alertas à população em situações de emergência, além de um plano emergencial familiar, que atua como uma cartilha de informação com orientações do que fazer em eventos extremos.

Canais de Emergência

seu CEP para **40199**

Encaminhe seu CEP por SMS e receba os **avisos e alertas da defesa civil do estado** no seu celular por meio de sms.

199 Defesa Civil Municipal

190 Polícia Militar

193 Corpo de Bombeiros

PLANO EMERGENCIAL FAMILIAR
DEFESA CIVIL SC

O QUE É O PLANO EMERGENCIAL FAMILIAR ?

O Plano Familiar de Emergência ajuda as famílias a se auto-protoger, preparando-as para agir de forma rápida e ágil a uma emergência que possa afetar sua habitação.

PRIMEIRO, SAIBA ALGUMAS ORIENTAÇÕES EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Enchentes / Inundações

- ▶ Fique atento ao nível da água, evite ficar isolado;
- ▶ Desligue a energia elétrica, feche o gás e a rede de água;
- ▶ Tenha lanternas e baterias por perto;
- ▶ Não caminhe por lugares inundados;
- ▶ Vá para um local seguro. Se necessitar de um abrigo, entre em contato com a Prefeitura.

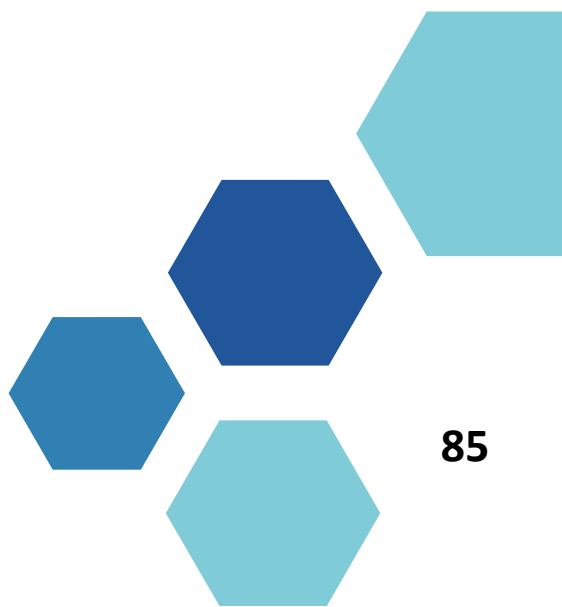
Fonte: defesa civil (s/d)

2.3 FORMULÁRIO DE FEEDBACK

Ao final da nossa capacitação, gostaríamos de convidá-lo a participar de um breve formulário de feedback. Sua opinião é fundamental pois nos ajuda a entender o que funcionou bem e onde podemos melhorar.

Queremos garantir que nossas futuras capacitações atendam às suas expectativas e necessidades, proporcionando uma experiência enriquecedora e relevante para todos os participantes. O feedback que você fornecer será utilizado para aprimorar o conteúdo, a metodologia e a dinâmica das próximas edições.

Acreditamos que a troca de experiências e sugestões é essencial para o nosso crescimento coletivo e para a construção de um ambiente de aprendizado mais eficaz. Portanto, sua participação é muito valiosa! Agradecemos antecipadamente por dedicar alguns minutos do seu tempo para preencher o formulário. Estamos ansiosos para ouvir suas impressões e sugestões, pois elas são fundamentais para continuarmos evoluindo juntos.



2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Nota Técnica nº 46/2018/SPR. Apresenta a metodologia aplicada para a produção de base vetorial com o Curve Number (CN) para BHO 2014 (BHO_CN). ANA, 2018. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d1c36d85-a9d5-4f6a-85f7-71c2dc801a67/attachments/NOTA_TECNICA_46_2018_SPR.pdf. Acesso em: nov. 2024.

ARGUE, R. J. WSUD: Basic Procedures for 'Source Control' of Stormwater e A Handbook for Australian Practice. The University of South Australia, Stormwater Industry, 2004.

BACK, Á.J. Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina (Com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis: Epagri, 2013, 193p.

BANNERMAN, R.; CONSIDINE, E. Rain gardens: A how-to manual for homeowners. University of Wisconsin – Extension, 2003. Disponível em: https://www.chicagobotanic.org/downloads/wed/WI_DNR_homeowners.pdf. Acesso em: nov. 2024.

BAPTISTA, Marcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. 2. reimpr. da 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2015. 318 p.

BARBOSA, Francisco de Assis dos Reis. Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5490?locale=pt_BR. Acesso em: set. 2024

CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Drenagem urbana: manual de projeto. São Paulo: Cetesbacesb, 1986. 458 p. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/40228e5a-5ec2-46a0-b547-34795cbac3ae/full>. Acesso em: set. 2024

COSTA Jeferson da; GONÇALVES, Sérgio Antônio; ESPÍRITO SANTO, Adauto Santos do (orgs.). Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal. Brasília, DF: Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal (ADASA); UNESCO, 2023, 2. ed. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/drenagem_urbana/regula%C3%A7%C3%A3o/Manual_de_drenagem_e_manejo_de_aguas_urbanas/Manual_Drenagem_Adasa_Digital.pdf. Acesso em: set. 2024

DAVID, R.; MAIDMENT. Handbook of Hydrology. 1993. Disponível em: <https://typeset.io/papers/handbook-of-hydrology-4rq9bzacp9>. Acesso em: out. 2024.

Defesa Civil de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.defesacivil.sc.gov.br/>. Acesso em: nov. 2024.

ENOMOTO, Carolina Ferreira. Estudo de medidas não-estruturais para controle de inundações urbanas. Carolina Ferreira Enomoto, Alceu Gomes de Andrade Filho, Marcos Rogério Széliga. UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, v. 6, n. 1, p. 69-90, 2000. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/exatas/article/view/747/664>. Acesso em: out. 2024.

2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FINOTTI, Alexandra *et al.* Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas. Colaboradores: Vania Elisabete Schneider *et al.* Caxias do Sul, RS: Educs, 2009. 272 p. (Gestão em tecnologias ambientais).

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASHLEY, R.; BUTLER, D.; ARTHUR, S.; ... VIKLANDER, M. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2014. DOI: 10.1080/1573062x.2014.916314. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1080/1573062x.2014.916314>. Acesso em: set. 2024.

GONÇALVES, L. M.; BAPTISTA, L. F. da S.; ROCHELE, A. R. O uso de técnicas compensatórias de drenagem para controle dos impactos da urbanização. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 12, n. 1, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/1980082712120161366>. Acesso em: nov. 2024.

HERZOG, Cecilia Polacow. Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza. 1. ed. Rio de Janeiro: Mauad X; Inverde, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/43457610/Cidades_para_Todos_indb_Cecilia_Polacow_Herzog. Acesso em set. 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico, 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41901-censo-2022-87-da-populacao-brasileira-vive-em-areas-urbanas>. Acesso em: nov. 2024.

LOURENÇO, Rossana Ramos de Abreu. Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis. 2014. Acesso em: nov. 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/14071>. Acesso em: out. 2024

LOURENCETTI, Adrielly Jordane; GOMES, Kiria Nery Alves do Espírito Santo; BRANCO, Larysse Figueira Castelo. Técnicas Facilitadoras de Infiltração – Sistemas de Drenagem Alternativos. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8458/7291>. Acesso em: nov. 2024.

LLOYD, S. D.; WONG, T. H.; CHESTERFIELD, C. J. Water Sensitive Urban Design: A Stormwater Management Perspective. 2002. Disponível em: <https://ewater.org.au/archive/crcch/archive/pubs/pdfs/industry200210.pdf>. Acesso em out. 2024

MOORFIELD, J. C. Māori Dictionary. 2003. Disponível em: <https://maoridictionary.co.nz/search?keywords=mauri>. Acesso em: out. 2024.

NEW HAMPSHIRE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SERVICES. New Hampshire Stormwater Management Manual: Volume 2 Post Construction Best Management Practices: Selection and Design. 2008. Disponível em: <https://www.des.nh.gov/sites/g/files/ehbemt341/files/documents/2020-01/wd-08-20b.pdf>. Acesso em: out. 2024.

PASSETTI, Gabriel. O Império contra-ataca: terras, poder, soberania e embates entre os Māori e os britânicos na Nova Zelândia (c. 1840-1870). *Varia Historia*, v. 36, p. 499-531, 2020. ISSN: 1982-4343. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/vh/a/twSSmx9hZPGkxVMDf4TjH4m/>. Acesso em: out. 2024.

2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. DEP – Departamento de Esgotos Pluviais. Plano Diretor de Drenagem Urbana. Manual de Drenagem Urbana, Volume VI. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: https://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=66. Acesso em: out. 2024.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Manejo de águas pluviais urbanas. Natal: ABES, 2009. 396 p. ISBN 8570221517. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>. Acesso em: set. 2024

PUB (Ed.). ABC Waters Design Guidelines. 5. ed. Singapore: PUB, Singapore's National Water Agency, 2024. Acesso em: set. 2024. Disponível em: <https://www.pub.gov.sg/Professionals/Working-on-ABC-Waterways/ABC-Waters-Design-Guidelines>. Acesso em: out 2024

PUDDEPHATT, Jane; HESLOP, Viv. LIUDD Policy. Dez. 2007. Disponível em: <https://www.landcareresearch.co.nz/search/?query=%2520LIUDD%2520Maintenance%2520Puddephat%25202008%2520%28pdf%29>. Acesso em: set. 2024.

RAWLS, W. J.; AHUJA, L. R.; BRAKENSIEK, D. L.; SHIRMOHAMMADI, A. Infiltration and soil water movement. In: MAIDMENT, D. R. (Ed.). Handbook of Hydrology. Cap. 5. McGraw-Hill, 1992. Disponível em: https://dl.watereng.ir/HANDBOOK_OF_HYDROLOGY.PDF. Acesso em: out. 2024

SARTORI, A.; NETO, F.; GENOVEZ, A. Classificação hidrológica de solos brasileiros para estimativa da chuva excedente com o método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos. Parte 1: Classificação. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V.10, n.4, p.5-18, 2005. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/26/6c2ebe52f7043b800f2879be8e09bd55_624e887e937b744607e1fe0d08b69e6d.pdf. Acesso em: nov. 2024.

SHARMA, A. K.; RASHETNIA, S.; GARDNER, T.; BEGBIE, D. WSUD Design Guidelines and Data Needs. In: Approaches to Water Sensitive Urban Design, p. 75-86, 2019. DOI: 10.1016/b978-0-12-812843-5.00004-6.

SIEIRA DE LEDO, Blanca. Livro de compilado de estudos científicos da equipe NEMAR. ACIESP, v. 2, p. 232-240, 1990.

SILVA, Eduarda Coradini da. Comparação de métodos para determinação de condutividade hidráulica nos sedimentos de uma bacia hidrográfica costeira. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

SILVEIRA, A. L. L. Hidrologia urbana no Brasil. In: BRAGA, B.; TUCCI, C. E. M.; TOZZI, M. Drenagem Urbana, Gerenciamento, Simulação, Controle. Porto Alegre: ABRH Publicações nº 3, Editora da Universidade, 1998.

SOUZA, Amanda Medeiros de. Técnicas de Drenagem Urbana Sustentável na Bacia do Rio João Gualberto utilizando modelagem SWMM. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024. 80 p.

2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SCHUELER, T. Controlling Urban Runoff: A practical manual for planning and designing urban BMP's. 1987. Disponível em: <https://www.mwcog.org/documents/1987/07/01/controlling-urban-runoff-bmp-stormwater/>. Acesso em: nov. 2024.

SWARTZ, K; BELAN, G. Low Impact Development Manual for the Lower Maumee and Ottawa River Watersheds. American Rivers, 2010. Disponível em: <https://www.americanrivers.org/report/low-impact-development-manual-for-the-lower-maumee-and-ottawa-river-watersheds/>. Acesso em: out. 2024

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014. ISSN 1678-8621. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/SLTzVMTPCbKMQxxTb37FzCr/abstract/lang=pt>. Acesso em: nov. 2024.

TORTAJADA, C. Water Management in Singapore. International Journal of Water Resources Development, v. 22, n. 2, p. 227-240, 2006. DOI: 10.1080/07900620600691944. Acesso em: 15 set. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07900620600691944>.

Tratamento pelo Capivari. **Inspeções**. Disponível em: <https://www.tratopelocapivari.com/copia-inspecoes>. Acesso em: nov. 2024.

TSUJI, Thays Mitsuko. PLANSUDS: Ferramenta de auxílio à concepção de instrumentos municipais de planejamento e gestão sustentável das águas pluviais urbanas. 2024. 219 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024.

TSUJI, Thays Mitsuko; FINOTTI, Alexandra. PLANSUDS - Plugin para auxílio a tomada de decisão para implantação de dispositivos de drenagem urbana sustentáveis: manual. Laboratório de Águas Pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias (LAUTEC). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2024, 25 p.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: nov. 2024.

TUCCI, Carlos M. Inundações urbanas. Porto Alegre: ABRH / RHAMA, 2007. 393 p.

TUCCI, C.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: IV Simpósio Nacional de Controle da Erosão, 1998, Presidente Prudente. São Paulo, 1998.

TUCCI, Carlos R. M. (org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed., 1. reimpr. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

VAN ROON, M.; VAN ROON, H. Low Impact Urban Design and Development - The Big Picture: An Introduction to LIUDD Principles and Methods Framework. In: Landcare Research Science Series, n. 37. Manaaki Whenua Press, 2009. Disponível em: https://www.landcareresearch.co.nz/assets/researchpubs/Science_Rep_LIUDD_optimised.pdf. Acesso em: set. 2024.

2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WOODS-BALLARD, B.; WILSON, S.; UDALE-CLARK, H.; ILLMAN, S.; SCOTT, T.; ASHLEY, R.; KELLAGHER, R. The SuDS manual. Londres, 2015. CIRIA. Disponível em: https://www.scotsnet.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/51764/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf. Acesso em: set. 2024

WOODS-BALLARD, B.; KELLAGHER, R.; MARTIN, P.; JEFFERIES, P.; BRAY, R.; SHAFFER, P. The SuDS manual. Londres, 2007. CIRIA. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7919478/mod_resource/content/1/CIRIA660COMPLETO.pdf. Acesso em: set. 2024

YU, Kongjian. Cidades-Esponja como solução para uma infraestrutura urbana resiliente. Disponível em: <https://redejuntos.org.br/cidades-esponja-inovacao-urbana-sustentavel/>. Acesso em: nov. 2024



ANEXOS E APÊNDICES