

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

## **CIDADES SUSTENTÁVEIS: CONSIDERAÇÕES E ESTRATÉGIAS SOBRE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL**

**Raphael Henrique dos Santos Batista,**  
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE / Campus Recife,  
rhsb@discente.ifpe.edu.br

**Tiago Dantas Sebastião da Silva,**  
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE / Campus Recife,  
tdss1@discente.ifpe.edu.br

**Eduardo José Alcício de Oliveira,**  
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE / Campus Recife,  
eduardoalcicio@recife.ifpe.edu.br

**Ronaldo Faustino da Silva,**  
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE / Campus Recife,  
ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br

**Marília Regina Costa Castro Lyra,**  
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE / Campus Recife,  
marilialyra@recife.ifpe.edu.br

### **Resumo**

A infraestrutura das cidades entrelaçadas com o uso e ocupação do solo urbano, diante do escoamento superficial das águas pluviais é proporcional à impermeabilização, relacionado à densidade populacional, acarretando um ciclo hidrológico em desequilíbrio, aumentando exponencialmente o escoamento do volume de água superficial direcionada ao sistema de drenagem, e como resultado ocorrem eventos de enxurradas, alagamentos e inundações, originárias de fatores naturais e antrópicos. O estudo enfatiza que a infraestrutura urbana, juntamente com o uso e ocupação do solo, contribui negativamente para o escoamento superficial, causando desequilíbrios hidrológicos e resultando em problemas como enxurradas, alagamentos e inundações, de origem tanto natural quanto antrópica. Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica em nível nacional sobre a drenagem urbana de forma sustentável com Sistemas Baseados em Natureza (SbN), por meio de uma metodologia de revisão literária. Os resultados obtidos corroboram com a ideia de que a drenagem sustentável é mais vantajosa do que a forma tradicional de manejo das águas pluviais. A pesquisa mostra que existem técnicas sustentáveis de drenagem urbana como soluções alternativas, econômicas e viáveis, alinhadas com normativas nacionais e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Diversos programas governamentais incentivam e apoiam estrategicamente a implementação integrada de soluções de drenagem sustentável, contemplando os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento, Escoamento Pluvial, SbN, Sustentabilidade.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

## 1. Introdução

O crescimento populacional nas cidades, a ocupação territorial e o fluxo populacional urbano têm impactado significativamente os centros urbanos. O processo de drenagem das águas pluviais é crucial para o desenvolvimento das cidades e qualidade da população, exigindo amplas perspectivas sobre aspectos políticos e de sustentabilidade. O contexto social, político e econômico do desenvolvimento urbano com foco nos recursos humanos e naturais, forja-se perante as singularidades das estruturas formais e informais, levando a uma intensificação da transformação e interferência antrópica nas cidades, caracterizada pelo metabolismo urbano que exige e consome recursos, impactando negativamente os ciclos naturais e a recuperação de recursos (Pereira, Simplício e Donadi, 2019).

Os sistemas de drenagem urbana tem como finalidade permitir o controle dos impactos causados pela impermeabilização do solo, como aumento da vazão e enchentes urbanas. Eles são responsáveis pelas medidas de infraestrutura para captação e condução das águas das chuvas nas cidades (Almeida, 2020). As enchentes urbanas são sustentadas pela impermeabilização do solo, a pavimentação das ruas e cimentação do solo são fatores responsáveis por elas, afetando a infiltração das águas transferidas e elevando a velocidade de escoamento superficial. Infelizmente, o atual sistema de drenagem aplicados nas cidades intensifica a máxima das cheias em menos tempo (Almeida, 2020).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) no Brasil, vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, fornece dados sobre os serviços públicos de gestão e disposição das águas urbanas. Também inclui variáveis, informações financeiras e informações de infraestrutura. Esse componente relata diagnóstica a existência ou ausência de soluções naturais para a gestão da água, como barreiras de infiltração, reservatórios e parques lineares nas cidades (Mendes e Santos, 2022). As abordagens para gerenciar as águas urbanas com o uso de tecnologias já existem, especialmente águas pluviais, de forma eficaz, integrada e sustentável, com viabilidade financeira. No entanto, a consolidação da transição dos modelos convencionais para os sustentáveis é um desafio de gestão das águas urbanas com relação aos aspectos institucionais, não quanto aos aspectos técnicos (Mendes e Santos, 2022).

Assim, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a importância das cidades sustentáveis, com foco nos aspectos relacionados à drenagem urbana e ao tratamento de água utilizando Sistemas Baseados em Natureza (SbN). A pesquisa busca destacar as considerações pertinentes e as estratégias, ferramentas e técnicas recomendadas no desenvolvimento de espaços urbanos inteligentes. A temática abordada neste estudo envolve aspectos interdisciplinares, proporcionando uma oportunidade para a exploração, em diversas áreas de conhecimento. Ao examinar a drenagem urbana e o tratamento de água sob a perspectiva dos SbN, o artigo visa enfatizar a importância dessas abordagens inovadoras e ecologicamente conscientes, ressaltando seu potencial para promover um ambiente urbano mais sustentável, resiliente e ambientalmente responsável.

Nesse contexto, a revisão bibliográfica empreendida tem como propósito fornecer uma análise crítica e abrangente das informações disponíveis sobre o assunto, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento científico e para o estímulo à adoção de medidas sustentáveis nos

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

projetos e planos urbanos. A integração de soluções sustentáveis de drenagem e tratamento de água utilizando SbN pode ser uma poderosa ferramenta para aprimorar a qualidade de vida nas cidades, mitigar os impactos ambientais negativos principalmente em relação a drenagem urbana e proporcionar um desenvolvimento urbano mais equitativo e harmonioso.

## 2. Fundamentação teórica

Uma cidade sustentável é democrática e justa, contemplando as necessidades urbanas básicas e de infraestrutura da população. Essa teoria é crucial para ajudar a oferecer uma boa qualidade de vida aos habitantes, abordando os aspectos social, econômica, institucional, ambiental/ecológica, cultural, política e territorial. (Pereira, Simplício e Donadi, 2019).

O conceito amplamente expresso de cidade sustentável define que: “uma cidade que atende às necessidades de seus cidadãos atuais sem levar à falência os recursos das gerações futuras em todo o mundo” (Roger-Machart, 1997). Gentil (2018) destaca que “a forma urbana pode ser definida como a delimitação física da cidade, espaço onde ocorre a vida social que está em constante transformação”. As cidades sustentáveis priorizam a implementação de práticas efetivas de infraestrutura para atender aos critérios de sustentabilidade preconizados no relatório de *Brundtland* e da Agenda 21, com foco nos direitos individuais e sociais (Fabris *et al.*, 2020). As cidades podem contribuir para o desenvolvimento sustentável global de várias maneiras, como exigir custos per capita mais baixos para infraestrutura como saneamento e tratamento de água, aumentar a reciclagem de produtos, reduzir a quantidade de veículos automotores e uso de combustível fóssil, incentivando e melhorando a disponibilidade de transporte público, bicicletas e percursos pedestres (Ress e Wackernagel, 1996, p.242).

A legislação é a base para proteger a qualidade ambiental, recursos hídricos e solo, conservar a biodiversidade, garantir o desenvolvimento sustentável. O ordenamento jurídico brasileiro previu expressamente o direito à cidade sustentável, como uma diretriz geral de política urbana nacional, presente no art.2º, I do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001). Sua finalidade é estabelecer as diretrizes gerais da política urbana, regulamentando os artigos 182 e 183 da Constituição Federal. Os elementos normativos das cidades sustentáveis incluem moradia, serviços públicos adequados, gestão democrática, mobilidade urbana, planejamento urbano, proteção do patrimônio histórico, artístico, cultural e paisagístico, proteção ambiental, saneamento básico e lazer. Esses direitos podem ser concebidos individualmente e convergidos em direitos coletivos da cidade (Mello, 2017, p. 448). A participação democrática é fundamental para a formação do direito a cidadãos a cidade sustentável. A gestão moderna pressupõe a participação popular, pois os habitantes têm o direito de ser tratados com igualdade no processo de formação de decisões em suas comunidades, tendo em vista que a política de desenvolvimento urbano sustentável visa o bem-estar desta área e considera a participação é essencial (Mello, 2017, p. 453). Nos aspectos de cidades sustentáveis, com destaque para drenagem urbana, ou seja, a entrada do volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado nas áreas urbanas, mediante os fenômenos naturais e ações antrópicas, encontramos relevantes impactos se relacionam com os aspectos de infiltração e escoamento, pela maior impermeabilização do solo ou o rápido escoamento da precipitação, aumentando o risco de prejuízos e inundações (Almeida,

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

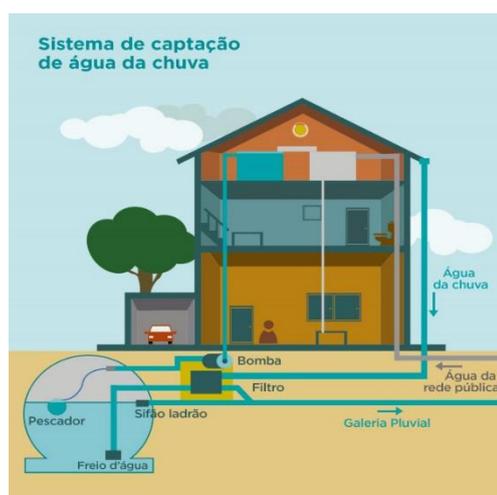
22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

2020). As enchentes urbanas são causadas pelo crescimento populacional desordenado em grandes centros urbanos, levando redução cobertura vegetal e desequilíbrio do ciclo hidrológico natural. Primeiros motivos para intensificação dos eventos drásticos com chuva, impermeabilização do solo, aumento de ilhas de calor, e disposição de resíduos (Rocha e Alencar, 2021).

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026/2020) trata da drenagem urbana, onde eventos climáticos extremos podem causar alagamentos e enchentes, causando significativos impactos sociais, econômicos e de saúde pública. O aumento da densidade urbana e o desequilíbrio do ciclo hidrológico urbano são preocupantes, sendo o escoamento superficial hídrico mais amplo do que a permeabilização do solo, contribuindo também nessa característica, a redução das áreas verdes devido às construções residenciais e comerciais, consequentemente, potencializando e amplificando o processo de impermeabilização.

Surgiram como uma alternativa à drenagem urbana convencional, os sistemas de drenagem urbana sustentável (SUDS - *Sustainable Urban Drainage Systems*). Esses sistemas controlam e gerenciam as águas pluviais, aumentando a taxa de infiltração da chuva e minimizando os impactos negativos do escoamento superficial. Eles gerenciam diretamente os riscos do alagamento e preservam a bacia hidrológica (Almeida, 2020). São destacados 12 tipos de sistemas de drenagem urbana sustentável (SUDS) de acordo Almeida (2020):

- 1 Sistemas de captação de água da chuva - são usados para reutilização futura em atividades de baixo consumo de água. A água é captada através de telhas verdes ou áreas impermeáveis, armazenada, tratada e utilizada para fins domésticos e industriais como gramados, jardins e esgoto sanitário.



**Figura 1.** Sistema de Captação de água da chuva. Fonte: (Silva, 2022)

- 2 Telhados verdes - são áreas vegetadas instaladas em edifícios como revestimento final, criando um espaço multifuncional com benefícios estéticos, valor ecológico e melhorias térmicas, reduzindo a temperatura e minimizando o escoamento superficial das águas;

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

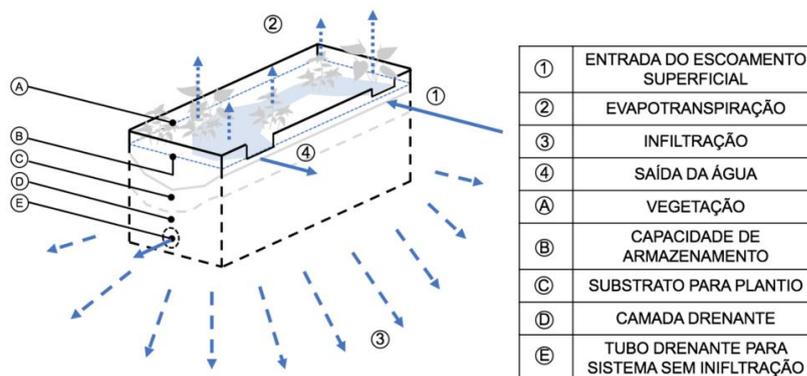


22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito



**Figura 2.** Telhados Verdes Fonte: (Arte vegetal paisagismo, 2017)

- 3 Sistema de infiltração - é composto por diversos componentes de drenagem, ressaltando as taxas de escoamento superficial e aumentando a recarga das águas subterrâneas, são como poços, trincheiras e bacias, com canais e zonas nas quais o escoamento ou armazenamento de água pluvial. A permeabilidade do solo no local depende da taxa de infiltração por esses sistemas oferecida;



**Figura 3.** Esquema simplificado da estrutura e dinâmica hídrica de um canteiro pluvial. **Fonte:** (Pereira *et al.*, 2021)

- 4 Sistemas de tratamento urbana - são projetados para remover poluentes específicos como óleo e particulados da areia superficial, tornando-os essenciais em áreas com restrições locais que dificultam o uso de outros métodos.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Modelo ilustrativo de uma Estação de Tratamento de Esgoto

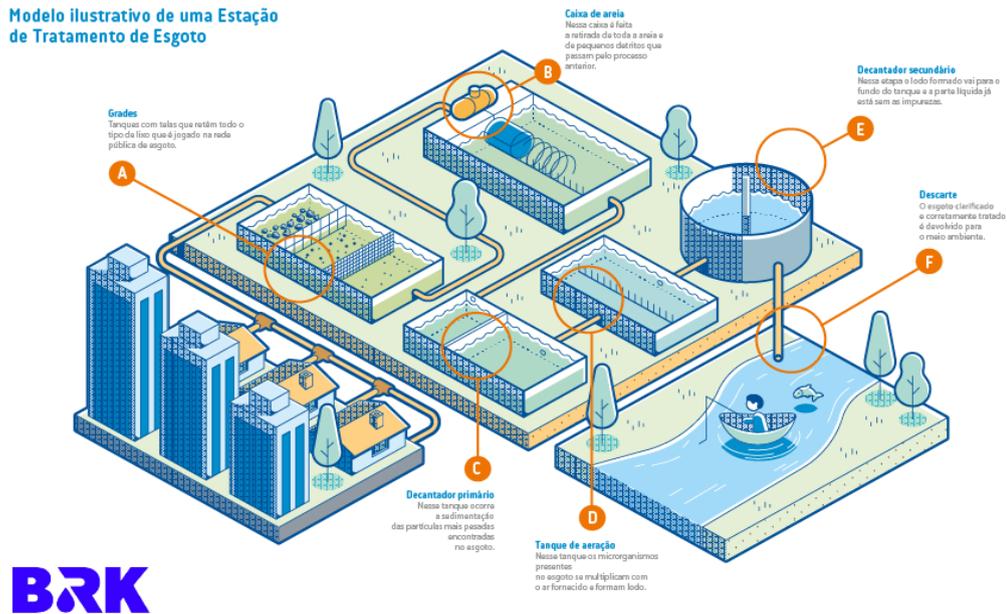


Figura 4. Modelo Ilustrativo de uma Estação de Tratamento de Esgoto. Fonte: (BRK ambiental, 2020)

- Faixas filtrantes - são trilhas inclinadas com vegetação densa, implantadas para receber e tratar águas pluviais. As trilhas são utilizadas para pré-tratamento do escoamento, promovendo sedimentação, filtração e infiltração, instalados com outros componentes, como biorretenção e valas, os trilhos permitem prolongar a vida útil das áreas e formar tratamento de chuva, quando o comprimento da faixa é suficientemente eficaz para aqueles;

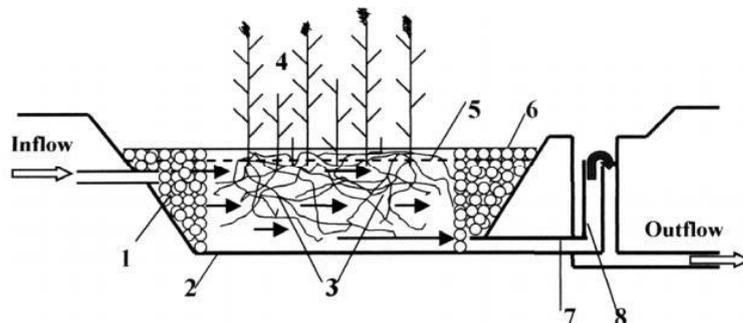


Figura 5. Jardim Filtrante de fluxo horizontal. Fonte: (Pinotti, 2022)

- Valas revestidas com cobertura vegetal (Swales) - canais abertos de desenvolvimento longitudinal, com valas padrões em forma triangular, trapezoidal ou curva, cobertas por vegetação específica, objetivando armazenar e retardar o escoamento da água pluvial, facilitando a sedimentação, filtração, evapotranspiração, e infiltração no solo;

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito



**Figura 6.** Vala revestida por cobertura vegetal integrada à zona urbana. Fonte: (Almeida, 2020)

- 7 Sistemas de biorretenção - são depressões em superfície com pouca profundidade, objetivando armazenar e infiltrar escoamentos, também tratando poluentes com sua composição de solo e vegetação. Proporciona também um atrativo paisagístico, auto irrigantes e férteis, favorecem o habitat e a biodiversidade local, e fornecem resfriamento do microclima à evapotranspiração;



**Figura 7.** Representação esquemática de um sistema clássico de biorretenção. Fonte: (Davidovitsch *et al.*, 2023)

- 8 Pavimentos permeáveis - caracterizados de duas formas: porosos, permite a infiltração da água por toda a superfície na qual é instalada, e permeáveis, formados por material impermeável com vazios em toda a sua extensão, permitindo a infiltração de água;

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

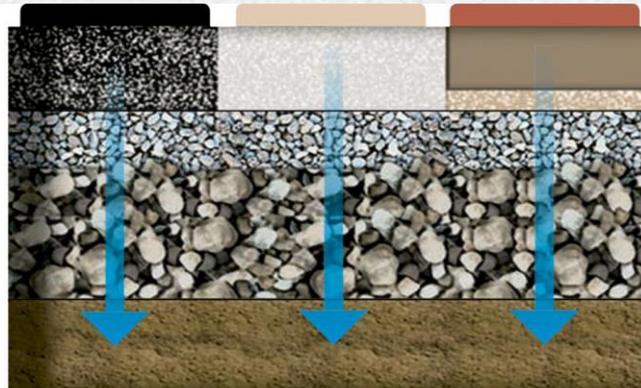
APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito



**Figura 8.** Seção transversal genérica de pavimentos permeáveis. Fonte: (Faustino, 2022)

- 9 Tanques de armazenamento e atenuação - são estruturas utilizadas para retenção das águas pluviais abaixo da superfície do solo, não possuem preenchimento por agregados, o que ajuda a ter um maior volume de armazenamento, versatilidade em termos de tamanho e forma, permitindo adaptação aos recursos específicos, possíveis de instalação abaixo da superfície de estradas e parques de estacionamentos, resistindo às condições do trânsito e em espaços públicos abertos; Bacias de detenção - armazenamento de água pluvial em determinado período, controlando os volumes chegando à rede de drenagem;



**Figura 9.** Sistema de aproveitamento de água de chuva. Fonte: (Pontes, 2023)

- 10 Lagoas e zonas úmidas (Wetlands) - Lagoas de água permanentes ajudam a atenuar e tratar o escoamento das águas pluviais. áreas pouco pantanosas, considerada zonas úmidas, com vegetação aquática submersa auxiliando o tratamento da água, esperanças à amenidade e biodiversidade do sistema, com vegetação densa, que atua na retenção de contaminantes, decomposição aeróbica, estabilização dos sedimentos e prevenção da ressuspensão.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

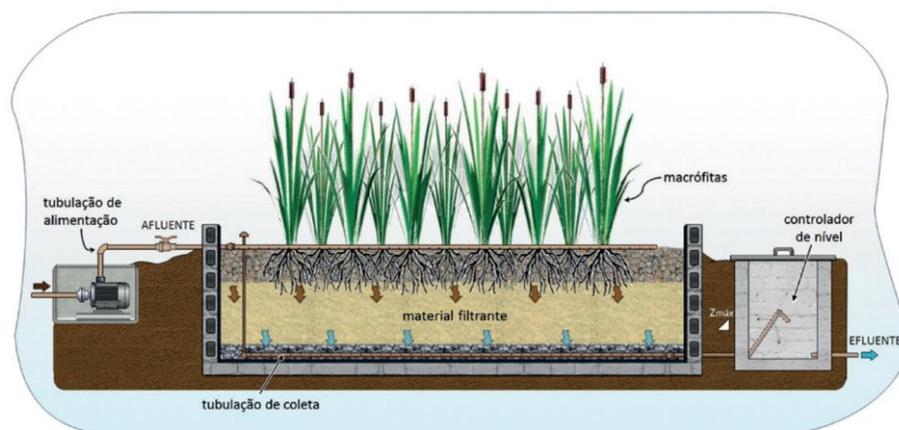


Figura 10. Representação de um wetland construído subsuperficial horizontal. Fonte: (Valença *et al.*, 2023)

## 2. Metodologia

O presente estudo valida-se por uma **revisão de literatura**, ao destacar-se por um processo de investigação e interpretação de dados de diversas fontes relacionadas a temática central, como revistas científicas, livros, resumos e artigos, selecionados em bases digitais de pesquisa científica com acesso liberado de fontes preconizados por vários pesquisadores e estudiosos, que corroboram nas contribuições acadêmicas para demonstrar a relevância da pesquisa. A **metodologia** caracteriza-se numa dissertação narrativa tradicional, permitindo explorar os pressupostos centrais relacionados a temática. Para tanto, o referencial teórico selecionado é arbitrariamente dentro de uma correlação de coesão e lógica, sintetizando rigorosamente todas as pesquisas relacionadas com argumentos cientificamente sólidos que convergem para uma percepção objetiva, em aspectos representativos e relevantes para compor uma alternativa ou hipótese favorável e idônea. Possui uma **abordagem** interdisciplinar, pois busca esclarecer a temática, recorrendo aos vários conhecimentos e fundamentação teórica para análise de uma determinada premissa e suas considerações, interligando os saberes, ou seja, cada conhecimento/ciência que contribui com informações próprias do seu campo de aplicação, mas numa perspectiva holística, permitindo conexões entre os elementos citados, harmonizando os saberes numa proposta de lucidez, sensibilização e valorização da centralidade da pesquisa. A **base de pesquisa** foram as plataformas da Capes Cafe, Google Acadêmico e Scielo. Sendo as fontes classificadas em fontes primárias, ou seja, em total originalidade, como documentos legislativos e documentos oficiais do governo, tal qual escrito sem acréscimos e críticas, apenas parafraseando as considerações; e fontes secundárias, que são organizadas e reorganizadas a partir de fontes primárias com base na análise e interpretação de publicações acadêmicas, institucionais e informativas, nas características da metodologia e abordagem supracitadas. Utilizou-se de temas realicados ao título, “Cidades Sustentáveis” e “Drenagem Urbana”, individualizados e com os conectivos de pesquisa. A pesquisa explora elementos **qualitativos**, ou seja, investigações estruturadas que busca aprofundar informações da temática desejada,



adquirindo informações para interpretar a funcionalidades, concepções, pensamentos e atitudes, compreendendo a razão pela percepção das aplicações preconizadas de forma concreta; e **quantitativos**, pois fornece dados numéricos, considerados importantes para o contexto dos fatos e padrões da pesquisa.

### 3. Resultados

Segundo Monzoni e Carreira (2021), o *Stockholm Resilience Institute*, publicou em 2009 um relatório que foi apresentado na Assembleia Geral do Clube Roma em Amesterdão e uma versão editada foi publicada numa edição especial da Nature do mesmo ano sobre os limites planetários, e em 2015 o respectivo relatório foi atualizado, revelando que a humanidade está vivendo além de um espaço operacional seguro para quatro dos nove limites planetários: mudanças climáticas, biodiversidade, mudanças no sistema terrestre e fluxos biogeoquímicos.

O Brasil dispõe de instrumentos para orientar suas ações setoriais, com base na Lei nº 14.026/2020, que garante a efetiva prestação de serviços estruturais com normas que orientam a gestão de desastres, o controle da poluição da água e do solo e promovem soluções integradas para infraestruturas urbanas baseadas em fluxos dinâmicos e naturais, a normativa fornece diretrizes para regulamentação, investimento e planejamento (Mendes e Santos, 2022). A Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2021) informa que os desastres naturais que mais causam perdas humanas em todo o mundo são regimes de precipitação, causando aproximadamente 1,3 milhão de mortes entre 1970 e 2019. Os registros do SNIS-AP mostram que apenas uma pequena parcela dos municípios adota soluções sustentáveis de drenagem, como infiltração e armazenamento temporário. Das 3.653 cidades, apenas 855 (23,4%) utilizam estas soluções, sendo as infraestruturas de drenagem natural as mais adotadas (Brasil, 2020a). Podemos observar nos municípios com algum sistema natural de drenagem (Figura 1). O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) revela o número de municípios com soluções de drenagem natural baseadas em seus sistemas existentes (Tabela 1). A maioria dos municípios possui válvulas ou trincheiras para infiltração, enquanto o percentual de municípios que utilizam sistemas exclusivos é maior (302 municípios). No entanto, 61 municípios declararam a existência de outros sistemas de drenagem urbana, representando 20,7% da amostra. O SNIS não especifica quais sistemas estão incluídos nesta categoria (Mendes e Santos, 2022).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

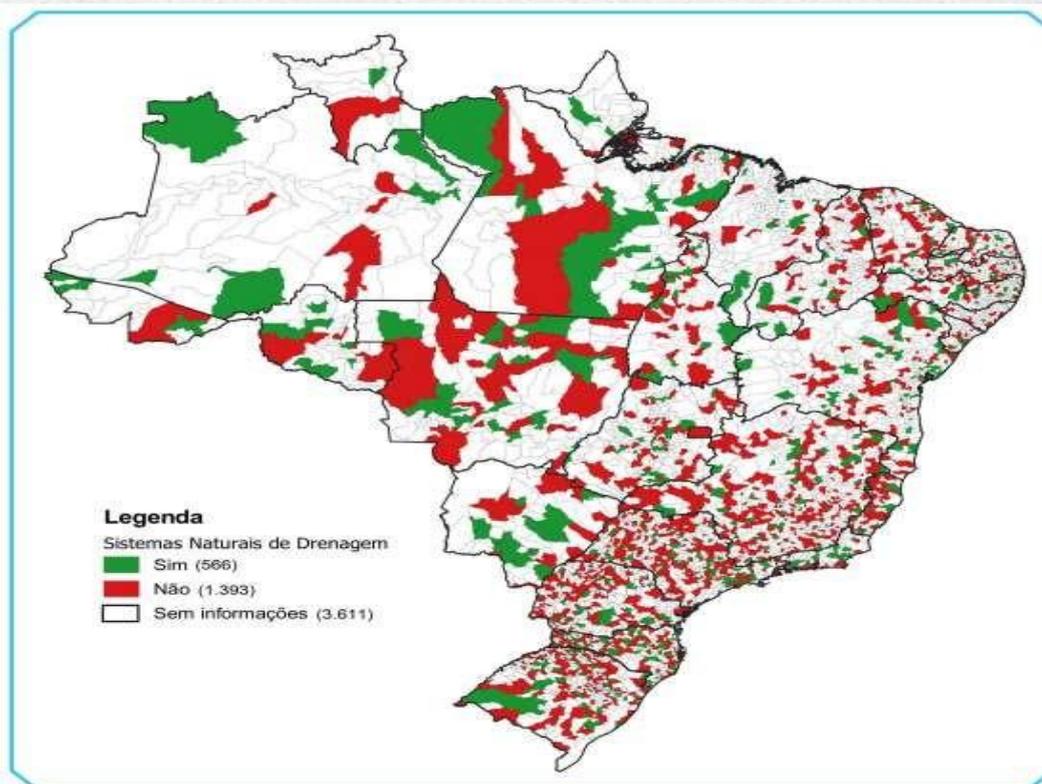
APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito



**Figura 11.** Municípios com algum sistema natural de drenagem. Fonte: (Mendes; Santos, 2022)

Tipo de sistema	Número de municípios	Com soluções de drenagem natural	Municípios que adotam soluções naturais (%)
Exclusivo para drenagem	1.985	302	15,2
Não existe	551	57	10,3
Outro	295	61	20,7
Unitário	822	146	17,8
<b>Total</b>	<b>3.653</b>	<b>566</b>	-

**Gráfico 1.** Número de municípios com algum sistema de drenagem natural por tipo de sistema existente. Fonte: (Mendes e Santos, 2022)

Nos aspectos normativos, podemos contar com o PMAP, também conhecido como Planode Drenagem ou Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais, um instrumento que fornece diagnósticos e recomendações para prevenir e controlar os riscos decorrentes do uso da água edos recursos hidrológicos nos municípios. Centra-se nas atividades humanas na bacia hidrográfica, com objetivos específicos para preservar vidas, reduzir danos e proteger as pessoas e o meio ambiente, especialmente áreas urbanas (Mendes e Santos, 2022; Ipea, 2022). Esse plano para plena efetividade, conta com o “Manual para Apresentação de Propostaspara Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável e de Manejo de Águas Pluviais do MDR”, umdocumento voltado para os municípios que buscam “acesso aos recursos da União”, a Ação Orçamentária 10SG, descreve

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

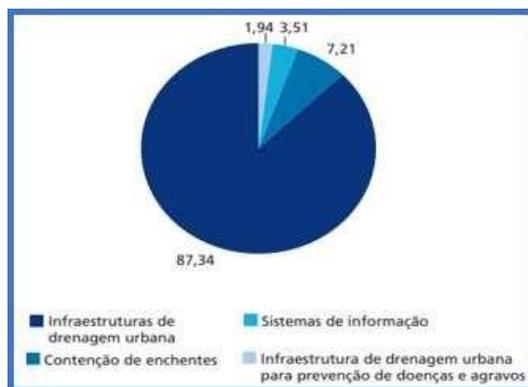
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

instruções para projetos de sustentabilidade e visão ampla dos impactos das águas da chuva para projetos sustentáveis, incluindo aquíferos de chuva; deve focar princípios de desenvolvimento de baixo impacto e ser executado a partir de um plano bem estruturado (Brasil, 2012; 2020b). A União investiu R\$ 7,86 bilhões entre 2000-2018, sendo 54,3% na Ação 10SG, R\$ 6,87 bilhões em infraestrutura de drenagem urbana. Cerca de R\$ 152,44 Milhões foram investidos em projetos drenagem no combate a doenças e agravos, R\$ 567,02 milhões na construção contenções para enchentes e R\$ 275,96 milhões em sistemas de informação (Mendes; Santos, 2022; Ipea, 2022). Investimentos total da União por tipo de destinação em percentual em ações de drenagem urbana (Gráfico 1).



**Gráfico 2.** Total de investimentos da União em ações de drenagem urbana por tipo de destinação (em %).  
Fonte: (Mendes e Santos, 2022)

Segundo Rocha e Alencar (2021), a drenagem urbana sustentável, quando efetivamente implementada, desempenha um papel fundamental na busca pelos objetivos estabelecidos na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Essa abordagem alinha-se de maneira consistente com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), contribuindo para a construção de cidades mais resilientes, saudáveis e equitativas. Os ODS 1, 3, 6, 9, 11, 13 e 15 são particularmente destacados nesse contexto. **O ODS 1** visa a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões. A drenagem urbana sustentável contribui para esse objetivo, proporcionando infraestrutura adequada em comunidades urbanas, especialmente nas áreas mais vulneráveis. A implementação de sistemas de drenagem eficazes ajuda a evitar enchentes e inundações, minimizando danos a moradias, infraestrutura e meios de subsistência, e protegendo as populações de baixa renda. **O ODS 3** - promoção de saúde e bem-estar para todos: a drenagem urbana sustentável contribui para esse objetivo ao melhorar a qualidade do ambiente urbano. Sistemas de drenagem adequados reduzem o risco de doenças relacionadas à água, como a cólera, e também mitigam a proliferação de vetores de doenças, como os mosquitos transmissores da dengue. Assim, a população desfruta de ambientes mais saudáveis e seguros para viver. A água limpa e o saneamento são foco do **ODS 6**: a drenagem sustentável está diretamente ligada a esse objetivo, pois contribui para a gestão responsável dos recursos hídricos urbanos. Sistemas de drenagem bem projetados capturam, tratam e infiltram a água da chuva, reduzindo a poluição das águas superficiais e subterrâneas. Isso resulta em rios mais limpos, lençóis freáticos recarregados

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

e uma gestão mais eficiente da água. O **ODS 9** - infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação: a drenagem urbana sustentável contribui para esse objetivo ao incentivar a adoção de práticas inovadoras de planejamento urbano e engenharia civil. Soluções como telhados verdes, pavimentos permeáveis e áreas de retenção de água não apenas melhoram a drenagem, mas também promovem a sustentabilidade e a resiliência das cidades. O **ODS 11** - cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis: a drenagem sustentável desempenha um papel crucial nesse sentido, pois reduz os riscos de desastres naturais e melhora a qualidade de vida dos moradores urbanos. Além disso, ela contribui para a criação de espaços públicos mais agradáveis e acessíveis, fortalecendo o senso de comunidade e pertencimento. Mudanças climáticas, abordado pelo **ODS 13**: é atenuado pela drenagem urbana sustentável, essa abordagem ajuda a minimizar os impactos das enchentes e inundações, que podem ser exacerbados pelas alterações climáticas. Ao gerenciar eficientemente a água da chuva, as cidades se tornam mais preparadas para eventos climáticos extremos, protegendo vidas e propriedades. Por fim, o **ODS 15**: vida terrestre e da preservação dos ecossistemas terrestres e aquáticos. A drenagem urbana sustentável, por meio de técnicas como a conservação de áreas úmidas e a promoção da vegetação nativa, contribui para a proteção dos recursos naturais das cidades. Isso resulta em uma maior biodiversidade urbana e na preservação de ecossistemas valiosos.

Logo, a drenagem urbana sustentável é um pilar fundamental para a realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Ao abordar questões como pobreza, saúde, água, infraestrutura, resiliência, mudanças climáticas e biodiversidade, essa abordagem oferece benefícios abrangentes e duradouros para as cidades e seus habitantes (Rocha e Alencar, 2021). Os demais ODS também são possíveis de conexões com o assunto central da pesquisa, todavia, consideramos a abordagem dos autores supracitados sucinta e coerente por elucidar as soluções de propostas promissoras que merecem prosseguimento em suas discussões para aplicabilidade do presente momento e futuro, visto esses princípios mesmo sendo aperfeiçoados ao longo do tempo, não perderem sua eficiência e eficácia, pois são atemporais.

#### 4. Conclusões

O aprimoramento de procedimento construtivos, objetiva o desenvolvimento e implementação de técnicas e métodos para a eficiência e eficácia de uma infraestrutura urbana, principalmente no que versa o controle do uso e ocupação do solo urbano, e os equilíbrios entre escoamento superficial e a permeabilidade do solo. Os sistemas de drenagem pluvial urbano reduzem os volumes acumulados de água, permitindo um equilíbrio satisfatório entre desenvolvimento sustentável e urbanização, atendendo ao máximo a função natural, todavia, ainda encontramos precariedade nos sistemas existentes. As considerações e estratégias dos Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS - *Sustainable Urban Drainage Systems*), implantados ao redor do mundo, estão sendo alternativas excelentes na complementação e melhoria dos sistemas de drenagens das cidades com deficiência no escoamento das águas pluviais. As soluções propostas são compostas por diversos elementos, e a depender da necessidade e contexto de aplicação, busca-se a utilização da estratégia condizente com a

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

realidade. A filosofia e métodos são efetivamente comprovados em diversos estudos com exemplos factíveis. Em suma, a bases citadas, referenciadas e defendidas nesse estudo, coadunam com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nos parâmetros da Agenda 2030.

## 5. Agradecimentos (mudar os agradecimentos)

Agradecemos ao MPGA (Mestrado Profissional e Gestão Ambiental) e professores do IFPE Campus Recife que sempre acreditam no potencial dos discentes e nos motivam a ir ao máximo das nossas capacidades, contribuindo com muito conhecimento, profissionalismo, companheirismo, solidariedade e alegria.

## 6. Referências bibliográficas

\*ALMEIDA, I. D. C. SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE DRENAGEM URBANA: UMA PROPOSTA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO PEDRO, EM JUIZ DE FORA - MG. **Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.**, JUIZ DE FORA – MG, 2020. Disponível em: <https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2020/10/TFC2-Isis-de-Castro-Almeida1.pdf>. Acesso em: 04 setembro 2023.

\*ALMEIDA, Isis de castro. Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: uma proposta para a bacia hidrográfica do córrego São Pedro, em Juiz de Fora – MG. **Universidade Federal de Juiz de Fora - Faculdade de Engenharia.** Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2020/10/TFC2-Isis-de-Castro-Almeida1.pdf>. Acesso em: 23 de jul. de 2023.

\*ARTE VEGETAL PAISAGISMO. Telhados Verdes. **Arte Vegetal**, 15 Dezembro 2017. Disponível em: <https://artevegetal.com.br/telhados-verdes/>. Acesso em: 30 Agosto 2023.

\*BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts.182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de julho de 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 23 de jul. de 2023.

\*BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm). Acesso em: 23 de jul. de 2023.

\*BRASIL. Ministério das Cidades. Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais: programa 2040 – **gestão de riscos e resposta a desastres.** Brasília: MCID; SNSA, 2012.

\*BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **4º diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.** Brasília: SNS; MDR, 2020a.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

\*BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais: **programa 2218 – gestão de riscos e desastres**. Brasília: SNS; MDR, 2020b.

\*BRK AMBIENTAL. Saneamento em Pauta. **BRK ambiental**, 2020. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/etapas-tratamento-de-esgoto/>. Acesso em: 03 setembro 2023.

\*DAVIDOVITSCH, L. et al. Tendências recentes na aplicação de técnicas de desenvolvimentos de baixo impacto (lid) para o controle da drenagem urbana. **Caderno de Geografia** (2023) v.33, Itajubá, 2023. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/28382/20694>. Acesso em: 04 setembro 2023.

\*FABRIS, J.; BERNARDY, R. J.; SEHNEM, S.; PIEKAS, A. A. S. Cidades Sustentáveis: Caminhos e Possibilidades. **Internacional Journal of Professional Business Review**, São Paulo (SP), v. 5, n. 2, pág. 214–233, 2020. DOI: 10.26668/businessreview/2020.v5i1.160. Disponível em: <https://www.openaccessojrs.com/JBReview/article/view/160>. Acesso em: 23 jul. 2023.

\*FAUSTINO, I. R. Q. Pavimentos permeáveis. **Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre**, Porto, setembro 2022. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/146157/2/595029.pdf>. Acesso em: 04 setembro 2023.

\*GENTIL, Caroline Duarte Alves. Influência da forma urbana na construção de um padrão de mobilidade urbana sustentável. In: **8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. 2018.

\*MARTINS FILHO, F. M.; LUCAS, M. C.; wendland, e. Quantificação da interceptação da chuva em uma plantação de eucaliptos novos. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, São Carlos-SP, 2013. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=i;url=https%3A%2F%2Fbrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com%2Fsumarios%2F155%2F2f2f16019b77dffdacb4db72c80e35ee7\\_c23bf043bd4dbf998e1b3176c2d8a16.pdf;psig=AOvVaw2yJJqMJ3pAhVT-J4VT7azq;ust=1693952469658000;source=images;cd=vfe;opi=8997](https://www.google.com/url?sa=i;url=https%3A%2F%2Fbrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com%2Fsumarios%2F155%2F2f2f16019b77dffdacb4db72c80e35ee7_c23bf043bd4dbf998e1b3176c2d8a16.pdf;psig=AOvVaw2yJJqMJ3pAhVT-J4VT7azq;ust=1693952469658000;source=images;cd=vfe;opi=8997). Acesso em: 04 setembro 2023.

\*MELLO, Cláudio Ari. Elementos para uma teoria jurídica do direito à cidade. **Revista de Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 437-462, 2017. DOI: 10.12957/rdc.2017.26883. » <https://doi.org/10.12957/rdc.2017.26883>.

\*MENDES, Alesi Teixeira; SANTOS, Gesmar Rosa dos. Drenagem e manejo sustentável de águas pluviais urbanas: o que falta para o Brasil adotar?. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília**: Ipea, 2022. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11420/1/TD\\_2791.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11420/1/TD_2791.pdf). Acesso em: 24 de jul. de 2023.

\*PEREIRA, Dionizio; SIMPLÍCIO, Eduardo; DONADI, Pedro. Cidades Sustentáveis. **TCC**.



**Programa de Pós-Graduação em Administração e de Pós-Graduação em Economia FEA/PUC-SP.** São Paulo, 2019.

\*PEREIRA, M. C. S. et al. Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção. **Revista LABVERDE**, São Paulo, 07 dezembro 2021. Acesso em: 31 agosto 2023.

\*PINOTTI, L. R. R. Uso de jardins filtrantes como alternativa de tecnologia social para o saneamento rural. **Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal**, para graduação em engenharia agrônoma, Jaboticabal-SP, Fevereiro 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/216845>. Acesso em: 04 setembro 2023.

\*PONTES, A. I. D. Sistema de aproveitamento pluvial e validação de sensores para monitoramento da qualidade da água em tempo real. **Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.**, Recife, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/52044/1/DISSERTA%20An%20Iacy%20Domingos%20Pontes.pdf>. Acesso em: 04 setembro 2023.

\*REES, William; WACKERNAGEL, Mathis. Urban Ecological Footprints: Why Cities Cannot Be Sustainable - **And Why They Are a Key to Sustainability**. *Environment Impact Assess Rev*, [S. l.], v. 9255, n. 96, p. 223-248, 1996. DOI: 10.1016/S0195-9255(96)00022-4.

ROCHA, Serginho; ALENCAR, Karina de Moura Costa. Drenagem Urbana Sustentável. Disponível em: <https://envolverde.com.br/drenagem-urbana-sustentavel/>. Acesso em: 23 de jul. de 2023.

\*ROGER-MACHART, Charlotte. A cidade sustentável – mito ou realidade?. **T;CP**, fevereiro de 1997.

\*SILVA, L. C. Captação De Água Da Chuva: Uma Prática Sustentável Necessária. **Minas Bio Consultoria Ambiental**, 27 Abril 2022. Disponível em: <https://www.minasbioconsultoria.com/post/capta%20de-%20agua-da-chuva-uma-pratica-sustentavel-necessaria>. Acesso em: 30 ago. 2023.

\*VALENÇA, G. O. et al. Wetlands construídos como sumidouros de carbono ou como fontes de emissão – uma revisão. **Mix Sustentável**, Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/6227>. Acesso em: 04 setembro 2023.

\*WMO - world meteorological organization. **WMO atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970-2019)**. Geneve: WMO, 2021.