

Faculdade Impacto de Porangatu - FIP
Departamento de Engenharia Civil
Trabalho de Conclusão de Curso

Júlio Daniel do Carmo

Roberth Rodrigues Nunes

A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM URBANA NO SANEAMENTO BÁSICO

PORANGATU-GO
2024

Júlio Daniel do Carmo
Roberth Rodrigues Nunes

A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM URBANA NO SANEAMENTO BÁSICO.

Artigo apresentado como requisito para
conclusão do curso de Engenharia Civil da
Faculdade Impacto de Porangatu.

Orientador (a): Profª Drª: Márcia Inês Florin
Costa

Júlio Daniel do Carmo
Roberth Rodrigues Nunes

A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM URBANA NO SANEAMENTO BÁSICO

Artigo apresentado como requisito para
conclusão do curso de Engenharia Civil da
Faculdade Impacto de Porangatu - FIP

Porangatu-GO, 18 de Junho de 2024

Banca Examinadora

Profª Drª: MÁRCIA INÊS FLORIN COSTA
Orientador

Prof.(a) Ms CLAUDIO PRADO PEREIRA VALLE
Examinador

Prof.(a) Esp ZILDA MARIA LEVERGER VASCONCELOS PIERRE
Examinador

A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM URBANA NO SANEAMENTO BÁSICO

THE IMPORTANCE OF URBAN DRAINAGE IN BASIC SANITATION

Júlio Daniel do Carmo¹
Roberth Rodrigues Nunes²
Márcia Inês Florin Costa³

RESUMO

A busca por soluções das questões em torno do saneamento básico existe desde as antigas civilizações. Nos dias atuais ocorreram desdobramentos da temática. Logo, nesse estudo discorreremos sobre os quatro pilares fundamentais do saneamento básico: tratamento de água, esgoto, resíduos sólidos e a drenagem urbana. Mas a drenagem urbana, a micro drenagem, a macrodrenagem, a drenagem sustentável e a relação drenagem e a Engenharia Civil serão evidenciados pelo fato de déficit de conhecimento e qualidade nesse serviço, sendo um direito do cidadão e quando projetados efetivamente evitam perdas de vida, recursos materiais e financeiros. Uma área alagada traz inúmeros transtornos a população, inclusive à saúde humana. Assim, questiona-se sobre a importância da drenagem urbana no saneamento básico de uma cidade. O estudo justifica-se, pois, quanto mais a população ficar informada sobre seus direitos em relação a saneamento e drenagem, maior possibilidade de lutar por melhorias em seu setor habitacional, sua rua e sua residência. A drenagem urbana exige uma série de estudos e projetos para busca de solução integrada dos problemas. Através de equipes preparadas junto a órgãos federais, estaduais e municipais haverá minimização de problemas relacionados a alagamentos e inundações no meio urbano.

Palavras chave: Saneamento básico; Drenagem urbana; Engenharia Civil.

ABSTRACT

The search for solutions to issues surrounding basic sanitation has existed since ancient civilizations. Nowadays, there have been developments in this theme. Therefore, in this study we discuss the four fundamental pillars of basic sanitation: water treatment, sewage, solid waste and urban drainage. But urban drainage, micro drainage, macro drainage, sustainable drainage and the relationship between drainage and Civil Engineering will be highlighted by the fact that there is a lack of knowledge and quality in this service, being a citizen's right and when designed effectively they prevent loss of life, material and financial resources. A flooded area brings numerous problems to the population, including human health. Thus, the importance of urban drainage in the basic sanitation of a city is questioned. The study is justified, therefore, the more the population is informed about their rights in relation to sanitation and drainage, the greater the possibility of fighting for improvements in their housing sector, their street and their residence. Urban drainage requires a series of studies and projects to seek an integrated solution

1 Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Impacto – Porangatu/GO, Brasil. E-mail: danieljulio931@gmail.com

2 Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Impacto – Porangatu/GO, Brasil. E-mail: roberthrodrigues010@gmail.com

3 Professora Dra. do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Impacto – Porangatu/GO, Brasil. E-mail: ciaflorim@hotmail.com

to the problems. Through teams prepared with federal, state and municipal agencies, problems related to flooding in urban areas will be minimized.

Keywords: Basic sanitation; Urban drainage; Civil Engineering.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do saneamento básico ocorreu de maneira lenta e gradual no decorrer da história da humanidade, um processo evolutivo dentro de diferentes contextos e organizações sociais e culturais. Com o desenvolvimento das ciências, inclusive da bacteriologia ocorreu uma valorização à saúde sanitária, bem como desenvolver meios de obter água potável, protegê-la de possíveis contaminações e ampliar as ações preventivas (HELLER *et al*, 2018). No Brasil, saneamento básico trata-se de um direito presente na Constituição Federal, através da Lei nº 11.445/2007 que garante os investimentos públicos no setor, tendo sua atualização através da Lei 14.026/2020, conhecida como o novo marco do saneamento, visando aprimorar as condições do setor em nosso país, pois, ainda não se observa uma efetiva universalização de serviços.

A maior parte dos serviços concentraram-se nos grandes centros urbanos, em detrimento do interior e da periferia, ocasionando a marginalização de grande parte da população e a situação se agrava nas regiões Norte e Nordeste do país. Conforme Santiago *et al* (2020), a disparidade entre os investimentos, bem como, a organização político-administrativa, tornaram-se fatores preponderantes para a desigualdade dos serviços de saneamento básico nas diferentes regiões brasileiras. Desse modo, o presente trabalho, busca discorrer sobre quatro pilares fundamentais do saneamento básico: água tratada, esgoto, resíduos sólidos e a drenagem urbana. Mas o objeto de nossa discussão e aprofundamento dos estudos esteve voltado a drenagem urbana, a micro drenagem, a macrodrenagem, a drenagem sustentável e a relação drenagem e a Engenharia Civil, pois esta área de atuação profissional pode e deve contribuir com estudos e análises de solo de uma região, das vias asfálticas para evitar problemas em construções sejam elas residenciais ou comerciais, evitando inundações e alagamentos. Uma área alagada traz prejuízos materiais, financeiros, à vida e saúde humana. Profissional com valores éticos, trabalha em prol da comunidade.

Assim também questionamos a importância da drenagem urbana no saneamento básico de uma cidade. O estudo justifica-se, pois, quanto mais a população ficar informada sobre seus direitos em relação a saneamento e drenagem, maior possibilidade de lutar por melhorias em seu setor habitacional, sua rua e sua residência. A drenagem urbana exige uma série de estudos

e projetos pertinentes para a solução integrada dos problemas. Através de equipes preparadas junto a órgãos federais, estaduais e municipais haverá minimização de problemas relacionados a alagamentos e inundações no meio urbano. Segundo Noleto (2015) quem abraça a missão de planejar e concretizar, colabora para a construção de um país com bases sólidas. Quem se informa e divulga sobre os direitos da população, corrobora com a democracia.

METODOLOGIA

A pesquisa sobre “Saneamento básico” possui uma abordagem qualitativa, bibliográfica por referir-se a inúmeros estudiosos da área como Heller *et al* (2018), Silva (2016), Vasco (2022), Richter (2008), Rodrigues de Brito (2021), Tucci (1997, 2014) de periódicos como Scielo, PUBMED, Portal Capes, Lilacs entre outros e de sites governamentais sobre leis voltadas a temática.

[...] decorrente de pesquisas anteriores [...] utilizam-se dados de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir de contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos. (SEVERINO, 2007, p.122).

A metodologia qualitativa proposta visa explorar e analisar o contexto histórico do saneamento básico, examinando eventos e marcos significativos que moldaram a evolução dessa área ao longo do tempo e perceber a responsabilidade do poder público em implantar a drenagem com projetos e profissionais especializados, inclusive o engenheiro civil em relação a drenagem urbana. Possibilitará conhecer a legislação específica nessa área. A abordagem qualitativa permite uma compreensão aprofundada das nuances históricas, destacando fatores sociais, econômicos, culturais e políticos que influenciaram o desenvolvimento do saneamento básico. Um país que investe em saneamento, preocupa-se com a saúde, bem-estar e desenvolvimento humano.

Desse modo, tendo como temática proposta o saneamento básico, sua historicidade no Brasil, a desigualdade no acesso aos serviços e as consequências para a saúde pública, a pesquisa foi embasada em bibliografia científica especializada. Com isso, o presente artigo é fundamentado em um processo interdisciplinar com traços das ciências humanas, sociais e da saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos artigos científicos, observa-se que o acesso à água potável e o tratamento adequado de esgoto são essenciais para a saúde pública e o bem-estar das comunidades. O Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos do SNIS (2019) revela que a maioria da população urbana brasileira tem acesso a sistemas públicos de abastecimento de água, com 98,15% residindo em municípios atendidos. No entanto, o tratamento de esgoto, drenagem urbana e a gestão de resíduos sólidos ainda enfrentam desafios significativos.

A coleta e o tratamento de esgoto são cruciais para a saúde pública e a sustentabilidade ambiental. No Brasil, aproximadamente 35 milhões de pessoas ainda não têm acesso à coleta de esgoto, e apenas 46,3% do esgoto gerado passa por algum tratamento (SNIS, 2019). A falta de infraestrutura adequada e investimentos insuficientes são barreiras significativas para a universalização do saneamento básico, conforme destaca o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). A disparidade regional agrava essa situação, com áreas rurais e periféricas sendo as mais afetadas. O despejo inadequado de esgoto contamina corpos hídricos, prejudicando a saúde humana e a biodiversidade.

A gestão eficiente de resíduos sólidos é fundamental para a preservação ambiental e a saúde pública. No Brasil, a geração de resíduos sólidos urbanos é significativa, com desafios na coleta e destinação adequada. Cerca de 40% dos resíduos ainda são descartados em lixões a céu aberto (SNIS, 2022). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) visa promover a gestão integrada e o tratamento adequado, mas a implementação enfrenta dificuldades, especialmente em municípios menores. A promoção da reciclagem tem mostrado progresso, com a taxa de reciclagem aumentando de 3% em 2010 para 10% em 2023. No entanto, a infraestrutura de coleta seletiva e reciclagem precisa ser ampliada.

A drenagem urbana no Brasil tem evoluído de uma abordagem higienista para sistemas mais sustentáveis. A Lei 14.026 de 2020 define a drenagem urbana como essencial para a manutenção das vias públicas e o controle das águas pluviais. Sistemas de micro e macrodrenagem são implementados para gerir as águas pluviais, prevenindo inundações e poluição. Não há um levantamento completo sobre as cidades que possuem projetos de drenagem urbana, mas o Ministério das Cidades lança diagnóstico ambiental na área para disponibilizar recursos em 2024 (BRASIL, 2024). No entanto, o crescimento urbano desordenado e a impermeabilização do solo agravam os problemas de drenagem obedecendo o modelo tradicional. Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS) são uma alternativa para manter as águas pluviais no local de origem, promovendo a infiltração e a gestão ambiental sustentável.

1.CONTEXTO HISTÓRICO

O saneamento básico é essencial na estrutura de um país e, ao longo da história, a busca pela sobrevivência humana esteve intrinsecamente ligada à satisfação das necessidades básicas, sendo o saneamento uma das mais cruciais. Desde os primórdios, a humanidade empenhou-se na garantia do acesso à água potável e na gestão dos resíduos. Na China antiga, registros revelam a escavação de poços profundos como uma das primeiras tentativas de suprir essa demanda (SILVA, 2016). Os primeiros sinais de preocupação com a saúde pública remontam a civilizações antigas, como os babilônios e egípcios, que desenvolveram sistemas rudimentares de esgoto e tratamento de água. Segundo Rezende e Heller (2002, p. 08) comprovam tal fato através de

provas arqueológicas nos indicam que os babilônicos no ano de 3750 a.c. já utilizavam coletores de esgoto na cidade de Nipur, os egípcios por sua vez no ano 2750 a.c. possuíam tubulações de cobre no palácio do faraó Chéops, e por volta do ano 2000 a.c. passaram a utilizar o sulfato de alumínio para clarear a água (REZENDE; HELLER, 2002).

No entanto, foi com os romanos que a engenharia sanitária alcançou um novo patamar. Suas grandiosas construções, como aquedutos e banheiros públicos, evidenciam uma preocupação pioneira com o saneamento (SILVA, 2016). A queda do Império Romano marcou um declínio nos padrões de higiene, culminando na Idade Média, onde a falta de sistemas adequados de abastecimento de água e tratamento de resíduos contribuiu para surtos de doenças como a lepra (ROSEN, 1994).

No Brasil, o saneamento básico não era uma preocupação por parte dos colonizadores. Com a mão de obra escrava, houve a disseminação de várias enfermidades contra as quais os nativos não possuíam defesas naturais no organismo. A partir de 1960 houve mudanças na organização de questões sanitárias no Brasil. Em 1775, no Rio de Janeiro constroem-se primeiros canais de esgoto. Na República, saneamento básico ficou a encargo do Estado. Pequenos avanços ocorreram na Constituição de 1934 sobre a temática, mas na verdade se faz necessário.

Um país que se preocupa com saneamento básico na íntegra, está preocupado com a saúde e bem estar de seu povo. Conclui-se que

quase 35 milhões de pessoas no Brasil vivem sem água tratada e cerca de 100 milhões não têm acesso à coleta de esgoto, resultando em doenças que poderiam ser evitadas, e que podem levar à morte por contaminação. Esse é o cenário quase dois anos depois de entrar em vigor o Novo Marco Legal do Saneamento, sancionado na Lei 14.026 de 2020, quando os investimentos no setor atingiram R\$ 13,7 bilhões — valor

insuficiente para que sejam cumpridas as metas da legislação atualizada. (VASCO, 2022, p. 01).

Dados que devem ser analisados com seriedade para busca de soluções e melhoria de qualidade de vida da população brasileira.

2. SANEAMENTO BÁSICO: O QUE É E QUAIS SÃO OS SERVIÇOS?

O conceito de saneamento vem sendo construído desde a antiguidade, idade antiga, antes de Cristo, de forma simples significa higienizar ou tornar saudável. A definição de saneamento básico “[...] vem sendo socialmente construída ao longo da história da humanidade em função das condições materiais e sociais de cada época [...], sendo que suas ações sempre tiveram fortes vínculos com o setor de saúde pública.” (FUNASA, 2006, p.34). Saneamento é palavra originada do latim sanus, que possui significado de “boa saúde”, “sadio”, é um conjunto de medidas para tornar-se um local limpo, habitável, com condições adequadas de vida.

Para Aith (2010. p.9) o saneamento básico corresponde a um conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica.

Na lei 14026 (BRASIL, 2022), em seu art. 3º define que “saneamento básico”, é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: (a) abastecimento de água potável; (b) esgotamento sanitário; (c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e (d) drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

O acesso à água potável e o tratamento adequado de esgoto são pilares fundamentais para a saúde pública e o bem-estar das comunidades. De acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos do SNIS (2019), a maioria da população urbana brasileira tem acesso a sistemas públicos de abastecimento de água, demonstrando um progresso significativo nessa área. No entanto, ainda há desafios a serem superados, especialmente no que diz respeito ao tratamento de esgoto, coleta de resíduos sólidos e a drenagem urbana, visto que a população brasileira não associa está com saneamento básico. Logo, abordaremos de forma sucinta o tratamento de água, esgoto, coleta de resíduos sólidos e vamos nos ater na questão da drenagem urbana, tão essencial quanto as demais.

2.1. Tratamento e Distribuição de Água Potável

Apesar do planeta Terra ser coberto por 70% de água, menos de 1% é própria para o consumo, do total de água disponível no planeta 97% são águas salgadas e apenas 3% é composto por água doce, desse 3% de água doce 2% estão no estado sólido nas geleiras, então nos resta apenas 1% disponível no estado líquido, logo, a água não é um bem infinito (BRASIL, 2019).

Esta é essencial para a vida, sendo indispensável para a sobrevivência humana e o funcionamento saudável da sociedade. No entanto, sua disponibilidade em forma potável nem sempre é garantida naturalmente. Daí a importância crítica do tratamento e distribuição de água potável, um processo complexo que envolve várias etapas para assegurar a qualidade da água que chega às nossas torneiras.

Logo, a primeira etapa de tratamento de água é chamada de pré-tratamento, ela consiste no tratamento primário realizado na água bruta (água de rio, lago ou reservatório que não passou por nenhum tratamento), objetivando reduzir a carga poluidora inicial, antes do seu encaminhamento ao sistema de tratamento principal, existem alguns tipos de pré-tratamento como: Gradeamento: tem por finalidade proteger a ETA⁴ de possíveis entupimentos, evitando a entrada de objetos como galhos, pedras e outros objetos de grande volume. Na floculação, conforme Richter (2009, P. 127), consiste no agrupamento das partículas eletricamente desestabilizadas pela coagulação (coágulos), de modo a formar outras maiores chamadas flocos, esses são suscetíveis de serem removidas por decantação e posteriormente os que sobrarem são removidos na filtração.

A decantação é uma operação física de separação dos sólidos suspensos pela ação da gravidade, por estes terem uma densidade superior a densidade da fase dispersante, no nosso caso a água. O objetivo da decantação consiste em obter a boa separação água/floco que objetiva a melhora da qualidade da água decantada, assim a água vai para os filtros já mais limpa e reduz perdas com lavagem dos mesmos e garante uma água com qualidade excelente. O ensaio de floculação, conforme Richter (2008, p. 307),

é uma etapa importante no tratamento de água, se o operador deseja ter uma excelente água decantada é imprescindível que a dosagem do coagulante esteja devidamente ajustada, isso evita o desperdício com descargas desnecessárias e também desperdício com possível dosagem a mais de coagulante, o que gera custos maiores durante o processo, esse teste chama-se ensaio de floculação.

Todo o processo de tratamento da água pode ser visualizado na Fig. 01 abaixo.

4 Estação de Tratamento de Água.

Figura 1 Estação de Água



Fonte: estuda.com (2017)

Outras etapas importantes seguem como a filtração em que a água decantada é encaminhada às unidades filtrantes, a desinfecção em que se utiliza um agente físico ou químico (desinfetante), cuja finalidade é a destruição de microrganismos patogênicos que possam transmitir doenças através das mesmas. Normalmente são utilizados os seguintes agentes desinfetantes, em ordem de frequência: cloro, ozona, luz ultravioleta e íons de prata. A fluoretação é efetuada através de compostos à base de flúor. A aplicação destes compostos na água de abastecimento público contribui para a redução da incidência de cárie dentária em até 60%, se as crianças ingerirem desde o seu nascimento quantidades adequadas de íon fluoreto.

Contudo, a CAESB (2019) ressalta que o tratamento da água pode ser realizado para atender diversos aspectos:

- Higiênicos, visando a remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros microrganismos, de substâncias nocivas, redução do excesso de impurezas e dos teores elevados de compostos orgânicos;
- Estéticos, visando a correção da cor, sabor e odor da água;
- Econômicos para a redução de corrosividade, cor, turbidez, ferro e manganês.

2.2 Rede de Esgoto

No Brasil, a questão da coleta e tratamento de esgoto é uma preocupação constante, dada a sua relevância para a saúde pública e o meio ambiente. Segundo o Instituto Trata Brasil (2022), "cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não têm acesso à coleta de esgoto". Essa

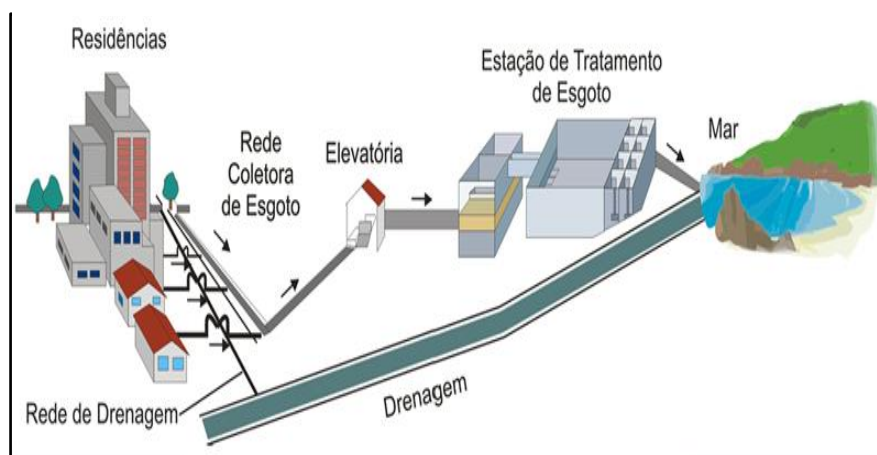
realidade é especialmente preocupante quando se considera que o esgoto sem tratamento adequado pode contaminar rios, lagos e lençóis freáticos, colocando em risco a saúde da população e a biodiversidade. Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indicam que, em 2019, apenas "46,3% do esgoto gerado no país passou por algum tipo de tratamento" (SNIS, 2019). Esse número evidencia uma lacuna significativa na infraestrutura de saneamento básico, que impacta diretamente a qualidade de vida das comunidades e a sustentabilidade ambiental.

Além disso, a falta de investimentos adequados no setor dificulta o avanço na universalização dos serviços de saneamento. Segundo projeções do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2013),

seriam necessários investimentos da ordem de R\$ 30 bilhões por ano para garantir o acesso universal aos serviços de saneamento até 2033. No entanto, o Brasil ainda está longe de atingir essa meta, dada a complexidade dos desafios envolvidos, que vão desde questões financeiras até políticas públicas suficientes.

A situação do saneamento básico no Brasil é um reflexo de décadas de desafios estruturais, políticos e financeiros. Observe a Fig. (02) como deve ser uma estação de tratamento de esgoto.

Figura 2 - Saneamento e Tratamento do Esgoto



Fonte: CESAN (2010)

A construção e manutenção de uma rede de esgoto eficiente são fundamentais para garantir o acesso universal a serviços de saneamento básico de qualidade. A rede de esgoto é composta por uma série de tubulações, coletores e estações de bombeamento que coletam e transportam os resíduos líquidos (esgoto) gerados pelas atividades domésticas, comerciais e

industriais até as estações de tratamento. O objetivo principal dessa infraestrutura é evitar a contaminação do solo, da água e do ar, além de prevenir a propagação de doenças relacionadas à falta de saneamento adequado.

2.3 Coleta de Resíduos Sólidos

A gestão adequada dos resíduos sólidos é um dos pilares fundamentais para a preservação do meio ambiente e a promoção da saúde pública. No entanto, em muitas partes do mundo, a coleta e destinação correta desses resíduos ainda é um desafio significativo. A coleta eficiente de resíduos sólidos é essencial para evitar a contaminação do solo, água e ar. Além disso, contribui para a prevenção de doenças e a manutenção da qualidade de vida da população. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que cerca de 4 milhões de pessoas morrem anualmente devido à exposição a poluentes presentes em resíduos sólidos inadequadamente descartados.

A inadequada coleta e destinação de resíduos sólidos têm impactos ambientais significativos. Por exemplo, os plásticos descartados de forma inadequada nos oceanos têm causado danos irreparáveis aos ecossistemas marinhos, afetando a vida marinha e a saúde humana. Segundo Keller (2000), estima-se que até 13 milhões de toneladas de plástico entram nos oceanos a cada ano. A implementação de legislações e políticas públicas voltadas para a gestão de resíduos sólidos é crucial. Em muitos países, existem leis que regulam o descarte adequado de resíduos e estabelecem diretrizes para a coleta seletiva e reciclagem. Por exemplo, a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, implementada em 2010, tem como objetivo promover a gestão integrada e o tratamento adequado dos resíduos sólidos.

Avanços tecnológicos têm proporcionado soluções inovadoras para a gestão de resíduos sólidos. Por exemplo, a implementação de sistemas de coleta inteligente, que utilizam sensores para monitorar o nível de enchimento dos contêineres de lixo, tem otimizado a coleta, reduzindo custos e emissões de carbono associadas ao transporte de resíduos. A Fig. 03 apresenta a correta organização dos resíduos sólidos para coleta seletiva.

Figura 3 Coleta de resíduos sólidos



Fonte: Prefeitura municipal de Groaíras

Com a implementação de políticas eficazes, o incentivo à reciclagem e o uso de tecnologias inovadoras são passos fundamentais para enfrentar os desafios relacionados à gestão de resíduos e garantir um futuro mais saudável.

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos é uma questão de extrema importância devido à sua magnitude e aos impactos ambientais e sociais envolvidos. Dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2023 (BRASIL, 2023), mostram que o país gera aproximadamente 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano, o que equivale a uma média de 1,1 kg por habitante por dia.

Mas aproximadamente 40% dos resíduos gerados no país ainda são destinados a lixões a céu aberto, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2022. Essa prática inadequada contribui para a contaminação do solo, água e ar, além de representar um risco para a saúde pública. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, representa um marco na legislação brasileira ao estabelecer diretrizes para a gestão integrada e o tratamento adequado dos resíduos sólidos.

A promoção da reciclagem é uma das principais estratégias para mitigar os impactos dos resíduos sólidos no Brasil. Programas de coleta seletiva e incentivos à reciclagem têm ganhado destaque, contribuindo para a redução da quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Dados do Ministério do Meio Ambiente (2023) indicam que a taxa de reciclagem no Brasil aumentou de 3% em 2010 para cerca de 10% em 2023, demonstrando um progresso significativo, mas ainda aquém do ideal.

Um elemento-chave para enfrentar os desafios relacionados à gestão de resíduos sólidos é a promoção da educação ambiental. É fundamental conscientizar a população sobre a importância da redução, reutilização e reciclagem de resíduos, bem como os impactos negativos do descarte inadequado. Iniciativas de educação ambiental em escolas, comunidades e meios de comunicação desempenham um papel crucial na mudança de comportamento e na promoção de práticas mais sustentáveis.

A colaboração entre o setor público, o setor privado e a sociedade civil são essenciais para enfrentar os desafios da gestão de resíduos sólidos. Parcerias público-privadas podem facilitar o investimento em infraestrutura, tecnologia e capacitação, aumentando a eficiência dos sistemas de coleta e tratamento de resíduos e promovendo o desenvolvimento sustentável em todo o país.

2.4 Drenagem Urbana

A drenagem urbana tradicional caracterizou-se no Brasil por uma abordagem denominada Higienista (Fase 1), que ocorreu no período entre 1850 a 1990, na qual havia a coleta e o afastamento imediato das águas pluviais para jusante, causando a elevação do pico de cheias nos cursos de água e a diminuição do tempo de concentração, agravando a situação das cidades, dos cidadãos e das águas, pelas características das soluções parciais que resultam em inúmeros problemas intersetoriais. O presente artigo apresenta o contexto da drenagem nas cidades brasileiras, os métodos convencionais e os novos métodos de drenagem, além de uma exemplificação a partir de modelos existentes.

Segundo a lei 14.026/2020, drenagem urbana é

o conjunto de infraestrutura projetado pelo poder público de um município para a coleta de águas pluviais, são indispensáveis para a boa manutenção das ruas, pois coletam e direcionam a água para um local apropriado, esse sistema tem por finalidade o controle e gerenciamento da água da chuva, com a finalidade de minimizar os problemas causados por chuvas intensas, evitando que a capacidade de retenção local seja excedida em áreas mais vulneráveis e/ou próximas às margens dos rios.

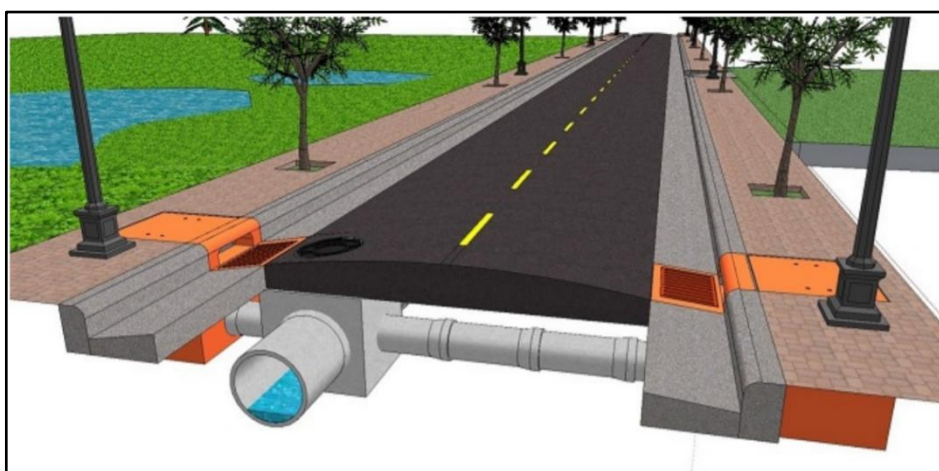
Para Tucci (2014), drenagem urbana, no seu sentido intrínseco, pode ser mensurada como o conjunto de medidas, que tem por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, ocasionadas pela intensa urbanização, diminuindo os prejuízos causados por inundações e permitindo o desenvolvimento urbano de forma harmônica, planejada e sustentável. Esses sistemas são estruturas instaladas nas vias das cidades, que ao serem escoadas por um determinado tipo de dreno, são canalizadas e direcionadas as estações para o tratamento

e reaproveitamento dessas águas. Localizadas em vários espaços, passando pelo próprio pavimento das ruas, bueiros, valas e galerias. Observe um sistema de drenagem urbana. (Fig.04).

De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), mais de 80% da população vivem áreas urbanas. As consequências desse crescimento populacional desenfreado ocasionam malefícios para a população urbana como: impermeabilização do solo, ocupação das faixas marginais de proteção dos rios, desmatamentos, precipitação, quantidade crescente de resíduos sólidos que são jogados nesses corpos hídricos, dentre outras.

Considerando-se que houve alta taxa de urbanização em muitas regiões do Brasil, ela passou de 82,5% em 2005, para 84,7% em 2015, os impactos das chuvas no meio urbano e nos ecossistemas aquáticos ampliaram-se consideravelmente, potencializando os desafios para os gestores da drenagem, das áreas e das águas urbanas. Os sistemas tradicionais de drenagem urbana mostraram-se ultrapassados, e suas falhas, interferências negativas, intensas e amplas foram percebidas tanto nos componentes do ciclo hidrológico urbano como na população, nos ambientes urbanos e nas bacias hidrográficas.

Figura 4 - Modelo de drenagem urbana



Fonte: aquafluxus (2011)

O sistema de drenagem pode ser de dois tipos: micro drenagem e macrodrenagem, no Brasil, esses sistemas são conceituados por meio da Lei 11.445/2007.

2.4.1 Micro Drenagem

A micro drenagem é responsável por captar e conduzir as águas pluviais, das ruas, calçadas, praças e lotes urbanos, composto pelos seguintes elementos, segundo a Lei 11.445/2007 de

pavimentos e pavers permeáveis ou semipermeáveis, que permitem a infiltração da água no solo; meio-fio e sarjetas, que direcionam o escoamento superficial para as bocas de lobo; bocas de lobo, que coletam as águas das sarjetas e as encaminham para as galerias; galerias de águas pluviais de pequeno porte, que são estruturas de tubos de concreto subterrâneos que transportam as águas coletadas até os sistemas de macrodrenagem.

A micro drenagem tem o objetivo de reduzir os impactos imediatos da impermeabilização do solo nas áreas urbanas, pelo fato do aumento da população, da pavimentação asfáltica e desmatamento das áreas verdes. A impermeabilidade pode causar problemas não só nas áreas onde elas ocorrem, mas podem se tornar causadoras do rebaixamento dos lençóis freáticos e, conseqüentemente, da crise de abastecimento das cidades, pela escassez.

Outro ponto de suma importância, a micro drenagem também visa melhorar a qualidade das águas pluviais, evitando que elas se misturem com esgotos sanitários ou resíduos sólidos, além de garantir segurança aos usuários que trafegam sobre o pavimento asfáltico em dias chuvosos. Observe um sistema de micro drenagem.

Figura 5: modelo de micro drenagem urbana



Fonte: linked in (2018)

2.4.2 Macrodrenagem

A macrodrenagem tem como objetivo controlar o escoamento das águas pluviais urbanas, evitando problemas como inundações, alagamentos e poluição das águas. Além disso, a macrodrenagem também visa preservar os recursos hídricos naturais, garantindo o seu uso sustentável. Ela recebe as águas pluviais captadas pelo micro drenagem e conduz para um lugar específico como: bacias hidrográficas, rios e mares.

A macrodrenagem compreende a rede de drenagem natural, existente antes da ocupação urbanista, são obras de retificação ou de embutimento dos corpos aquáticos, são de grande vulto, dimensionadas para grandes vazões e com maiores velocidades de escoamento. Destinase ao escoamento final das águas captadas superficialmente, inclusive as captadas pelas estruturas de micro drenagem, são compostos dos seguintes itens: sistema de micro drenagem, galerias de grande porte, canais e rios canalizados. Observe a figura 05 um modelo de macrodrenagem.

Figura 6 Modelo de macrodrenagem



Fonte: Autodesk (2016)

As redes de drenagem urbana, são lembradas somente em épocas de chuvas e enchentes, sendo negligenciadas em sua manutenção e ações preventivas, a este problema urbano se une a falta de tecnologia e ações de prevenção e controle, de um simples cadastramento a ligações irregulares interligadas as mesmas. Portanto, o diagnostico prévio dos equipamentos das redes de drenagem, através de vistorias e atividades operacionais de pesquisa visando à priorização de locais e limpeza preventiva do mesmo evita que nos períodos de maior precipitação, ocorram problemas de enchentes ou inundações.

2.5 Drenagem Urbana Sustentável

Sistema urbano de drenagem sustentável (SUDS), são medidas cuja função é manter as águas pluviais nos locais de origem, por meio do escoamento natural e da infiltração da água no solo (CANHOLI, 2015). Os sistemas de drenagem urbana sustentável são dispositivos e técnicas desenvolvidos acerca do seguinte tripé: quantidade, qualidade e amenidade/biodiversidade, as quais devem ser alcançadas de maneira equilibrada (WOODS-BALLARD *et al.*, 2007). Exigem projetos de construção civil específicos, como nos telhados verdes (observe a Fig. 07) que em algumas regiões do país, leis municipais liberam maior área construída para quem implantar telhados verdes em suas casas (Blumenal, Santa Catarina).

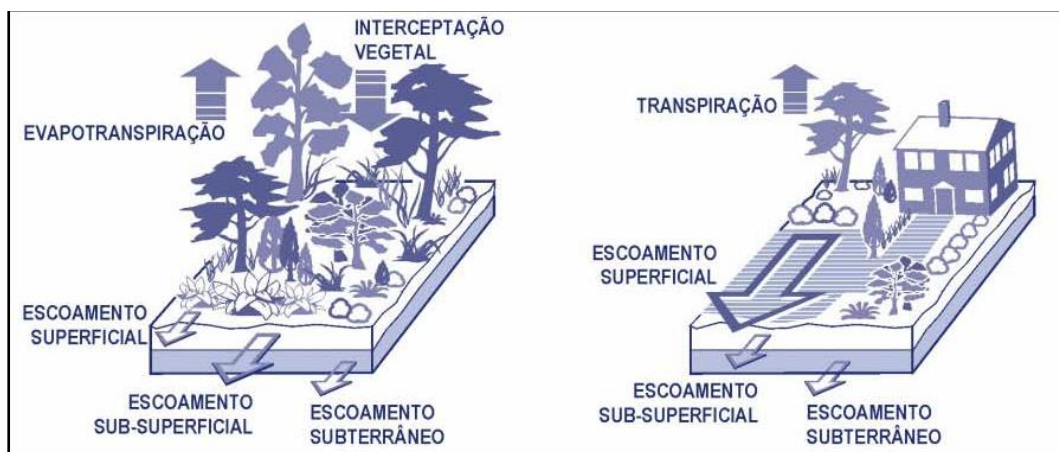
Figura 7 Telhado sustentável.



Fonte: Revista haus (2018)

Pavimentos permeáveis e porosos – definidos como sendo aqueles que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo infiltrar no solo ou ser transportada através de sistema auxiliar de drenagem. Este tipo de pavimento busca reduzir o volume de água referente ao escoamento superficial e, por consequência, reduzir a solicitação do sistema de drenagem urbana e a probabilidade de enchentes. Como efeitos complementares, tem-se a melhora da qualidade de água infiltrada por carrear menor quantidade de poluição difusa e a contribuição para a recarga (FERGUSON, 2005). Observe a figura abaixo com esquema de drenagem sustentável (Fig. 08).

Figura 8 Drenagem urbana sustentável



Fonte: Envolverde (2020)

Jardim de chuva ou biorretenção – áreas escavadas e preenchidas com uma mistura de solo de alta permeabilidade e material orgânico. Tendem a proporcionar a máxima infiltração das águas escoadas e o crescimento vegetativo, controlando a quantidade e qualidade das águas advindas do escoamento superficial, através das propriedades químicas, biológicas e físicas das plantas, micro-organismos e solo compõem o sistema (TROWSDALE & SIMCOCK, 2011). A Fig. 09 demonstra um modelo de drenagem sustentável.

Figura 9 Drenagem sustentável

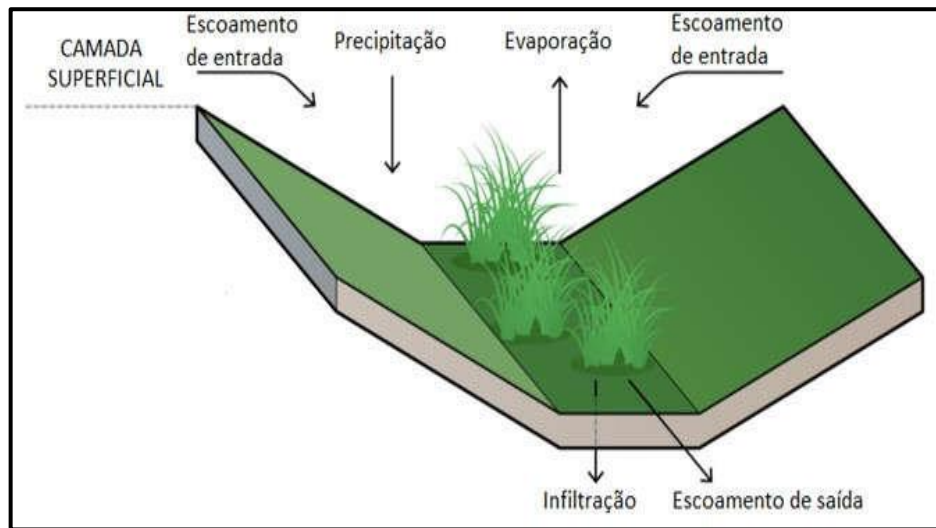


Fonte: Greenco (2023)

Diferenciam-se de outros modelos teóricos semelhantes por conta de benefícios que vão além do manejo das águas, como controle de poluentes, criação de amenidades e estímulo à biodiversidade, apresentando abordagem integral da drenagem (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015). Diversas barreiras à adoção dos SUDS, são referidas na literatura, porém em estudos esparsos. A maior parte são incertezas sobre aspectos técnicos, custos e dificuldades políticas para substituição da drenagem cinza (convencional) por verde.

Valas de Infiltração – dispositivos de drenagem lateral, frequentemente empregados paralelos às ruas, estradas, estacionamentos e conjuntos habitacionais, entre outros. Eles concentram o fluxo das áreas próximas e propiciam condições para uma infiltração ao longo do seu comprimento. Durante chuvas intensas o nível das águas se eleva e permanece com água durante algum tempo, pois a infiltração é vagarosa. Desta forma, o volume das valetas deve ser grande o suficiente a fim de que não ocorram alagamentos (TUCCI, 1997). Observe o modelo na Fig. 10.

Figura 10 Drenagem sustentável



Fonte: Researchgate (2019)

Esses são alguns exemplos possíveis dentro da drenagem sustentável e que podem ser executados, pois também fazem parte dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) elencados em 2015 que compõem uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas que visam guiar a humanidade até 2030 (ONU, 2015).

2.6 A Relação Construção Civil e a Drenagem Urbana

Na construção civil o sistema de drenagem de águas pluviais é de grande importância para a boa organização das cidades. O sistema bem aplicado do manejo das águas traz soluções consideráveis para a população, como economia, bem-estar, organização e à saúde humana.

O sistema é utilizado em larga escala, abrangendo desde grandes cidades até cidades consideradas pequenas e conta com estudos e projeto de melhorias para o alcance do maior número de setores e bairros. Estudos revelam que o sistema de drenagem tem sido notado anos antes de Cristo sendo aprimorado desde então de acordo com a necessidade e conhecimento da população e atualmente com o auxílio de tecnologias que trabalham juntas em busca de avanços notáveis sobre o tema. Portanto, existem diversos benefícios para um sistema de drenagem eficaz, sendo eles:

redução de gastos com manutenção de vias públicas; valorização das propriedades existentes na área beneficiada; redução de danos às propriedades e do risco de perdas humanas; escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das chuvas; eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais, focos de doenças; redução de impactos da chuva ao meio ambiente, como erosões e poluição de rios e lagos; redução da incidência de doenças de veiculação hídrica; condições razoáveis

de circulação de veículos e pedestres em áreas urbanas, por ocasião de chuvas frequentes e/ou intensas (LAURENTINS, 2019, p.2).

As melhorias apontadas acima dependem da formação do engenheiro civil, seu compromisso e responsabilidade com as obras que assumem, fazendo estudos e projetos adequados a cada situação por ele gerenciada. São compromissos que devem ser assumidos por todos com objetivo de minimizar inundações e enchentes em áreas urbanas, diminuir prejuízos materiais a população e evitar a perda de vidas com construções indevidas em áreas de risco. Quando o assunto é o desenvolvimento plural da sociedade do século XX, "sanear, prever e embelezar" são palavras-chave na Engenharia Civil. Isso seria possível com um completo desenvolvimento das cidades se este fosse apoiado sob a égide de obras hidráulicas de drenagem, que viessem a coibir problemas de doenças de veiculação hídrica, gerando impactos positivos na vida das pessoas e no urbanismo estético (RODRIGUES de BRITO, 2021).

CONCLUSÃO

Este trabalho destacou a relevância do saneamento básico como um componente essencial para a saúde pública e a qualidade de vida das comunidades. A pesquisa demonstrou que a ausência de serviços adequados de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, gestão de resíduos sólidos e drenagem urbana contribui diretamente para a proliferação de doenças, aumento da mortalidade da população e degradação ambiental. A análise das políticas públicas voltadas para a ampliação do acesso ao saneamento básico revelou sua importância para o desenvolvimento sustentável.

Contudo, persistem desafios significativos, especialmente em áreas urbanas, onde a infraestrutura é insuficiente e os recursos são escassos. Os dados indicam que investimentos contínuos e uma gestão eficiente dos recursos são fundamentais para superar esses obstáculos. A drenagem urbana tornou-se um desafio para as cidades. Projetos de drenagem são fundamentais para minimizar problemas como alagamentos, transmissão de doenças, perdas materiais e mortes. A drenagem urbana é um desafio municipal e, a presença de profissionais da área de engenharia civil na solução dos problemas de drenagem nas vias urbanas deve ser um compromisso de todos cidadãos, principalmente profissionais da área.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2023). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Acesso em: 16 de maio de 2024.
Acesso em: 23 abril. 2024.

Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA). (2019). Advancing Sustainable Materials Management: 2018 Fact Sheet. Acesso em: 16 de maio de 2024.

ATWOOD, Margaret. "Payback: Debt and the Shadow Side of Wealth." House of Anansi Press, 2008.

AQUAFLUXUS. Drenagem urbana: clássica x sustentável. Site: <https://www.aquafluxus.com.br/drenagem-urbana-classica-x-sustentavel/?lang=en/>. Acesso: 06/06/2024.

AUTODESK. Macrodrenagem autocad civil 3d – river and flood analysis. Site: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/macrodrenagem-autocad-civil-3d-river-and-flood-analysis/>. Acesso em 08 de junho de 2024

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 10 de maio de 2024.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Acesso em: 16 de maio de 2024.

_____. Ministério da Saúde. Normas e padrão de potabilidade das águas destinadas ao consumo humano. Normas regulamentadoras aprovadas pela Portaria nº 518. Brasília, 2004.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Desastres naturais e saúde: análise do cenário de eventos hidrológicos no Brasil e seus potenciais impactos sobre o Sistema Único de Saúde. Boletim Epidemiológico. Acesso em: 16 de maio de 2024.

_____. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Site: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em 28/05/2023.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Disponível em: <http://www.mdh.gov.br/todas-as-noticias/2017/agosto/instalado-o-comite-gestor-do-plano-nacional-de-saneamento-basico>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

CAESB. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. 2019. Site: <https://www.caesb.df.gov.br/como-a-agua-e-tratada.html>. Acesso em 09/05/2024.

CESAN. Redes de esgoto e redes de drenagem: você sabe a diferença? Site: <https://www.cesan.com.br/redes-de-esgoto-e-redes-de-/>. Acesso em: 07/06/2024.

Drenagem urbana. Site: <https://app.estuda.com/?id=1793897/> Acesso em: 10 de junho de 2024

EARLE, Sylvia. "Oceans for All: Protecting Our Planet's Life Support System." National Geographic Society, 2010.

ENGENHARIA 360. Sanear, prever, embelezar: um panorama sobre os projetos de drenagem urbana. Site: </https://engenharia360.com/sanear-prever-e-embelezar-um-panorama-sobre-os-projetos-de-drenagem-urbana/>. Acesso em 28 de maio de 2024.

ENVOLVERDE. Drenagem urbana sustentável. Site:</https://uploads.envolverde.com.br/Drenagem./> Acesso em 08 de junho de 2024.

FERGUSON, B. K. Porous Pavements. Integrative Studies in Water Management and Land Development. Florida, 2005.

FREITAS C.; XIMENES E. *Enchentes e saúde pública*. - uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. Rio de Janeiro; SciELO, 2012. Acesso em: 16 de maio de 2024.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (Funasa). Manual de Saneamento; Ministério da Saúde – Brasília, 2006.

GREENCO. Jardins de chuva: ideia sustentável que salva comunidades e o meio ambiente. Site: </ https://usegreenco.com.br/blogs/pense-mais-verde/jardins-de-chuva-ideia-sustentavel-que-salva-comunidades-e-meio-ambiente/>. Acesso em 07 de junho de 2024

HELLER, Léo et al. Saneamento como política: um olhar a partir dos desafios do SUS. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2018. Disponível em: https://cee.fiocruz.br/sites/default/files/2_Léo%20Heller%20et%20al_saneamento.pdf.

IBGE. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/9090-saneamento-basico.html. Acesso em: 10 de maio de 2024.

_____. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101680.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2024.

_____. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE; 2016. Acesso em: 16 de maio de 2024.

KELLER, E.A. Environmental geology. 8ª ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall Inc., 2000. 562p.

KLAUS. Construções com telhado verde terão mais área disponível para construção. Site: </ https://revistahaus.com.br/haus/sustentabilidade/nova-lei-telhado-verde-blumenau-aumenta-area-edificavel/> Acesso em 08 de junho de 2024.

KUBRUSLY, F.S. Saneamento Ambiental: enfoque estratégico. Rio de Janeiro: ABES, 2015.

LAURENTIS, Dante. "Conceitos da Drenagem Urbana". Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/conceitos-da-drenagem-urbana/>. Acesso em 30 de março de 2019.

LINKEDIN. drenagem urbana- diagnóstico de Raposos. Site: <https://pt.linkedin.com/pulse/tcc-drenagem-urbana-diagn%C3%B3stico-de-raposos-christopher-jorge/> Acesso em 10 de junho de 2024

MANDELA, Nelson. "Long Walk to Freedom." Little, Brown and Company, 1994.

Ministério das Cidades. 2024. Site: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/ministerio-das-cidades-lanca-diagnostico-sobre-servicos-de-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-urbanas>. 27/05/2024.

Ministério do Desenvolvimento Regional. (2023). Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Disponível em: <http://www.mdh.gov.br/todas-as-noticias/2017/agosto/instalado-o-comite-gestor-do-plano-nacional-de-saneamento-basico>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

NOLETO, R. Caminhos Piagas. São Paulo, 2015.

ONU. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. 2015. Site: https://www.google.com/search?q=obje%20tivos+de+desenvolvimento+sustent%C3%A1vel+qual+ano+surgiu&sca_esv=a24d50f4328fb081&sxsrf=ADLYWIJKq7FRT3V07wO0pzxvNMXN4Uf31Q%3A1716989925513&ei=5S9XZoD2HovT1sQP2dmn0Ag&udm=&oq=obje%20tivos+de+desenvolvimento+sustent%C3%A1vel+qual+ano&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcniAimM9iamV0aXZvcyBkZSBkZXNlbnZvbHZpbWVudG8gc3VzdGVudMOhdmVsIHF1YWwgYW5vKgIIADIFECEYoAEyBRAhGKABMgUQIRigAUiDQID5AVisLnABeAGQAQCYAccBoAHKC6oBAzAuObgBAcgBAPgBAZgCCqACkAzCAGoQABiwAxjWBBhHwgINEAAYgAQYsAMYQxiKBcICBRAAGIAEwgIKEAAYgAQYQxiKBcICBhAAGBYHsICCBAAAGBYChgewgIHEAAYgAQYDcICCBAAAGIAEGKIEmAMAIAYBkAYKkgcFMS44LjGgB8xK&client=gws-wiz-serp. 28/05/2024.

Organização Mundial da Saúde (OMS). Household air pollution and health. Acesso em: 16 de maio de 2024.

PEREIRA JR, José de Sena. (2008). Aplicabilidade da Lei nº 11.445/2007 - Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico; Estudo Técnico. Consultoria Legislativa, Brasília, DF; Câmara dos Deputados [2008]. Disponível em: <http://www.daaerioclaro.sp.gov.br/arquivos/regulacao/04-A-aplicacao-da-Leide-Saneamento2.pdf>. Acesso em: 19 fevereiro 2024.

PNUD Brasil. (2019). Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Água Limpa e Saneamento. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. O saneamento no Brasil: Políticas e interfaces. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

RESEARCHGATE, Estudo de implantação de sistemas de drenagem sustentável em Santa Maria-DF Site:

</https://www.researchgate.net/publication/337950979_ESTUDO_DE_IMPLANTACAO_D_E_SISTEMAS_DE_DRENAGEM_SUSTENTAVEL_EM_SANTA_MARIA_-DF/>. Acesso em 07 de junho de 2024

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOK, Juliana Maria Scoralick. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Universidade Federal de Juiz de Fora. Curso de Especialização em Análise Ambiental, 2010. Disponível em: <https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCCSaneamentoeSa%C3%BAde.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

RICHTER, Carlos A. Água métodos e tecnologia de tratamento: métodos de tratamento. São Paulo: Editora Blucher, 2009. 352 p.

RIGUETTO AM, Moreira LFF, Sales TEA. Manejo de águas pluviais urbanas. In: Riguetto AM. Manejo de águas pluviais urbanas. Rio de Janeiro: ABES; 2009. Acesso em: 16 de maio de 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GROAÍRAS. Projeto groaíras lixo zero. Site: </https://coleta.groairas.ce.gov.br/>. Acesso em: 10 de junho de 2024.

RUDO, Matheus Antoniassi Pereira de Oliveira. Universidade de Brasília fevereiro de 2022

SANTIAGO, C.; PUGLIESI, E.; MASSUKADO, L. & KOTAKA, F. Contribuições da Fundação Nacional de Saúde na pesquisa em saúde e saneamento no Brasil. Saúde e Sociedade. São Paulo, v. 29, n.2, p. 1 -16, maio, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341460624_Contribuicoes_da_Fundacao_Nacional_de_Saude_na_pesquisa_em_saude_e_saneamento_no_Brasil_Contributions_from_the_National_Health_Foundation_for_Brazilian's_Health_and_Sanitation_Research. Acesso em: 15 janeiro 2024.

SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Plano Estadual de Saneamento Básico. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.saneamento.sp.gov.br/planos/>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SCIENCEDIRECT. Questões-chave para a gestão sustentável de águas pluviais urbanas. Site: </https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135412003569?via%3Dihub>. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.waters.2012.05.029>>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

SILVA, A.B.; Souza, C.D.; Oliveira, E.F. (2022). Coleta e tratamento de esgoto no Brasil: desafios e perspectivas. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 17, n. 3, p. 87-102.

SOUZA, Matheus, M, By Posted 29 de July de 2011 In Drenagem Urbana, Meio Ambiente disponível em: <https://schettini.eng.br/web/servicos-de-engenharia-e-consultoria/>

SOUZA, Matheus. Drenagem Urbana, Meio Ambiente. 2019.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. Capítulo 14 do Livro Água Doce. UFRGS. 1997.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4º ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2014.

VASCO, Paulo Sérgio. Estudo aponta que a falta de saneamento prejudica mais e 130 milhões de brasileiros. Agência Senado. Site:

WOODS BALLARD, B, WILSON, UDALE-CLARKE, H, ILLMAN, S, SCOTT, T, ASHLEY, R, KELLAGHER. The SUDS Guia. Published, 2007.