



**Centro Universitário  
Bacharelado em Engenharia Civil**

**GABRIEL OLIVEIRA DO NASCIMENTO**

**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA:  
um estudo de caso na cidade de Rio Real - Bahia**

**Paripiranga  
2021**

**GABRIEL OLIVEIRA DO NASCIMENTO**

**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA:  
um estudo de caso na cidade de Rio Real - Bahia**

Monografia apresentada no curso de graduação do Centro Universitário AGES como um dos pré-requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Bruno Almeida Souza

Paripiranga  
2021

**GABRIEL OLIVEIRA DO NASCIMENTO**

**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA:  
um estudo de caso na cidade de Rio Real - Bahia**

Monografia apresentada como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil à Comissão Julgadora designada pela Coordenação de Trabalhos de Conclusão de Curso do Centro Universitário AGES.

Paripiranga, 14 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Bruno Almeida Souza  
Centro Universitário Ages

Prof<sup>a</sup>. Me. Vanessa Silva Chaves  
Centro Universitário Ages

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente ao Grandioso e Amado Deus, que me proporcionou a graça de alcançar a realização de um sonho, por me dar forças nos momentos mais difíceis, por nunca me deixar desistir diante de todas as dificuldades, a Ele toda honra e louvor.

Em segundo lugar, quero agradecer ao meu pai, Reginaldo Corcino do Nascimento, e à minha mãe, Cláudia da Silva Oliveira do Nascimento, que sempre me deram forças para continuar, pelo apoio e pelo incentivo, por demonstrarem que tem orgulho de mim. Vocês tornaram todo esse sonho possível, mesmo diante das dificuldades, sou imensamente grato por tudo que fizeram e fazem por mim, vocês são os melhores pais do mundo, tenho orgulho e amo muito vocês.

Às minhas irmãs, Patrícia Oliveira do Nascimento e Bárbara Oliveira do Nascimento, e à minha prima irmã Sidilâne Freitas de Oliveira, por sempre me apoiarem, incentivarem e me colocarem para cima, nos momentos mais difíceis, por deixarem claro a admiração que têm por mim, sou imensamente grato por ter vocês como irmãs, amo vocês.

À minha namorada e amiga, Cristine Oliveira dos Santos Victório, por sempre me apoiar, me incentivar, dando-me forças para continuar, quando tudo parecia perdido, por me alegrar e me proporcionar momentos maravilhosos, fazendo toda a tensão dos momentos difíceis desaparecerem, te amo muito.

Aos meus avós, José Alves, Raimunda Corcino, João Candido e Célia Barbosa, por sempre me apoiarem e demonstrarem admiração, por ter um neto formado no ensino superior, obrigado por tudo, o neto de vocês conseguiu.

Aos meus tios, tias, primos e primas que são muitos, e não citarei para não esquecer de nenhum, sou imensamente grato pelo apoio que sempre deram e pela confiança depositada.

A todos os amigos que me incentivaram desde o início, em especial a Lucas Marques, Tiago Dantas e Hércules Campos, que estiveram sempre comigo e deram a mão nos momentos mais difíceis. Obrigado pelos momentos de descontração, estes tiravam a atenção dos problemas, tenho um grande apreço e amor por vocês.

Ao Centro Universitário AGES e ao seu corpo docente, por todo apoio e suporte, bem como pela oportunidade de fazer o curso. Hoje, posso vislumbrar esse novo horizonte, cheio de novas oportunidades.

Ao coordenador e professor Bruno Souza, por todas as correções, pelos ensinamentos passados, palavras de entusiasmo e bom senso de humor. À prof.<sup>a</sup> Vanessa Chaves, pela atenção e carinho com seus alunos, assim como pelos ensinamentos e orientações passadas e pelo seu bom senso de humor, sempre com um sorriso no rosto. Ao prof. Raphael Sapucaia (chamadinha, né?), por toda preocupação e atenção com os alunos, por estar sempre disposto a ajudar, pelo senso de humor sem igual, pelos ensinamentos, orientações e correções passadas. Sou grato por tê-los como professores, vocês são os melhores, pois além de conhecimentos aprofundados sobre a Engenharia civil, aprendi o verdadeiro valor de ser um profissional humilde e de caráter. Assim como, agradeço a todos os outros que passaram e deixaram seus conhecimentos, obrigado por tudo.

A todos os colegas que fiz durante a vida acadêmica, sou grato por conhecer todos vocês e aprender um pouco com cada um, independente da área de atuação, como Evandro, Carla, Laís, Leudson e tantos outros. Aos meus amores, da nossa família AWGD, Ana Gama, Danielson Cardoso, Wellington Anjos, Wivian Rocha e Franciele Góes, obrigado por cada momento de alegria, com vocês dividi os melhores e também os piores momentos da graduação, e construímos uma ligação. Amo todos vocês, sou imensamente grato por conhecer cada um e tenho certeza que os levarei para toda vida.

Aos colegas de República, Tiago Dantas, Hércules Campos, Luiz, Igor, Jonas, Leonardo, Jhon, Matheus, Wilker, Sósthene, Everton, Fábio, Fabiano, Jaguar, Adam e todos que fizeram parte da família do Ap.13, durante esses 5 anos da minha graduação, com vocês dividi muitos momentos, bons e ruins, sou grato por conhecer cada um de vocês. Aos colegas de viagem, que faziam das viagens longas e cansativas mais leves e animadas, em especial à Gessiane e à Andreza, assim como ao Hércules e ao Tiago, meus sinceros agradecimentos.

Quero agradecer também a todos que me apoiaram e sempre torceram por mim, mesmo que distantes. Como também, quero agradecer a cada um que desacreditou e falou que eu nunca conseguiria, por vir de origem humilde, filho de pequenos agricultores, nos momentos mais difíceis sempre lembrei disso, e isso me dava forças para continuar, mostrar que vocês estavam errados e não lhes dei o gosto da vitória. Eu consegui! O filho de agricultores, vindo da roça, formou, ou como dizem no linguajar informal, virou doutor.

Aquele que habita no abrigo do Altíssimo e descansa à sombra do Todo-poderoso pode dizer ao Senhor: “Tu és o meu refúgio e a minha fortaleza, o meu Deus, em quem confio”.

Salmos 91:1-2

## RESUMO

A humanidade passou e passa por inúmeros processos de inovações, gerando a necessidade de a engenharia civil inovar-se e buscar cada vez mais técnicas e métodos inovadores. Toda essa evolução resultou no crescimento das cidades, o que fez aumentar a preocupação e a necessidade do uso do sistema de saneamento básico de qualidade, o que resultou em legislações e normas que regulamentam e asseguram a disponibilidade obrigatória desses serviços a todos. Desse modo, o sistema de saneamento é complexo, pois envolve o tratamento e o abastecimento de água potável, a coleta e o tratamento de esgoto e de resíduos sólidos, bem como a drenagem de águas pluviais em perímetro urbano. Nesse viés, o presente trabalho busca mostrar a importância e os benefícios que um sistema de drenagem urbana, com o conjunto da microdrenagem e macrodrenagem, proporciona para uma cidade e para a sua população, além de os impactos de sua inexistência ou ineficiência para os mesmos. Pensando nisso, foi realizado o estudo dos sistemas de drenagem da cidade de Rio Real (BA). Logo, para analisar a eficiência do sistema existente, realizou-se uma pesquisa de campo, com visitas e inspeções ao sistema, e o levantamento de seu projeto, fazendo uso de um estudo bibliográfico para dar embasamento teórico a toda a pesquisa. Diante do estudo, conclui-se que a cidade é carente, em relação ao sistema de drenagem urbana, e o pequeno trecho que existe em operação é ineficiente e necessita de revitalização, modernização e manutenção, assim como a cidade carece da implantação de um novo sistema de drenagem, que se interligue ao trecho existente para que opere com eficiência e ofereça uma maior segurança e qualidade de vida para a população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovações. Engenharia Civil. Saneamento Básico. Abastecimento de Água. Tratamento de Esgoto. Coleta de Resíduos Sólidos. Drenagem Urbana.

## **ABSTRACT**

Humanity has and is going through countless innovation processes, creating the need for civil engineering to innovate seeking more and more ground-breaking techniques and methods. All this evolution occasioned cities' growth, which increased the concern and the need for the use of a quality basic sanitation system, that resulted in legislation and norms which regulate and ensure the mandatory availability of these services to all citizens. The Sanitation system is complex, as it involves the treatment and supply of drinking water, the collection and treatment of sewage and solid waste, as well as the drainage of rainwater in urban areas. This work seeks to show the importance and benefits that an urban drainage system, with the combination of micro and macro drainage, provide for a city and its population, as well as the impacts of its inexistence or inefficiency for them. Under this light, a study of the drainage systems in the city of Rio Real -BA was performed aiming to analyze the efficiency of the current system, this was made through field research, with visits and inspections to the system, as well as the survey of the referred project, utilizing a bibliographic study to give theoretical basis to the entire research. Based on the study, it is concluded that the city is lacking, in relation to the urban drainage system, and the small stretch that exists in operation is inefficient and needs revitalization, modernization and maintenance, the city also lacks a new drainage system implementation, which interconnects the existing stretch, so that it operates efficiently and offers greater safety and quality of life for the population.

**KEYWORDS:** Innovations. Civil Engineering. Sanitation Standards. Water supply. Sewage treatment. Solid Waste Collection. Urban Drainage.



## LISTA DE FIGURAS

1: Indicar sobre as definições da lei nº 11.445/2007 .....	17
2: Representação da Cloaca Máxima de Roma e seu plano de curso .....	19
3: Índice de atendimento total de água no Brasil.....	21
4: Esquema do processo de tratamento da água em uma ETA.....	23
5: Índice de atendimento total de água no Brasil.....	24
6: Esquema do tratamento de esgoto .....	26
7: Lagoa de aeração .....	27
8: Índice de atendimento de coleta de resíduos sólidos domiciliares .....	29
9: Lixão não tratado adequadamente, trazendo diversas consequências ambientais e sociais.	30
10: Esquema de medidas em função das águas pluviais .....	32
11: Indicativo do sistema de drenagem no Brasil.....	36
12: Esquema de ciclo da água .....	37
13: Taxa de escoamento superficial em relação ao nível de impermeabilização .....	38
14: Esquema do processo de enchentes, inundações e alagamentos .....	39
15: Representação de um sistema de microdrenagem.....	40
16: Guia ou meio fio .....	41
17: Representação de uma sarjeta.....	41
18: Sarjeta associada ao meio fio ou ao guia.....	42
19: Representação de uma boca coletora .....	42
20: Galeria de drenagem .....	43
21: Representação de um poço de visita, caixa de ligação.....	43
22: Representação de um dissipador .....	44
23: Representação de um sarjetão.....	44
24: Galeria de grande dimensão .....	45
25: Canais artificiais .....	46
26: Representação de reservatório de detecção .....	47
27: Representação de estruturas auxiliares de controle .....	47
28: Área da cidade de Rio Real delimitada para o estudo de caso .....	55
29: História de enfoque qualitativo.....	56
30: Mapa da cidade de Rio Real com traçado na rede de drenagem .....	58
31: Traçado da rede de drenagem com a dimensão e o comprimento da mesma.....	59

32: Alagamento de 2018 na avenida Mangabinha.....	60
33: Ponto de captação que escorrem superficialmente para o Riacho do Arroz, na rua Dr. Antônio Carlos Magalhães.....	61
34: Ponto de captação que escorrem superficialmente para o Riacho do Arroz, na rua Dr. Antônio Carlos Magalhães.....	61
35: Vista ampla da rua Dr. Antônio Carlos Magalhães .....	62
36: Pequeno alagamento da rua Dr. Antônio Carlos Magalhães .....	63

## **LISTA DE GRÁFICOS**

- 1: Gráfico que representa a disponibilidade de saneamento básico no Brasil..... 18
- 2: Indicador de disposição de resíduos sólidos no Brasil..... 29

## **LISTA DE QUADROS**

1: Quadro do período da drenagem.....	34
2: Instrumentos de gestão na baixa e na cidade.....	36
3: Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e cobertura do solo .....	48
4: Período de retorno em função da ocupação da área.....	50

## LISTA DE SIGLAS

a.C	ANTES DE CRISTO
ANA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
d.C	DEPOIS DE CRISTO
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
ETE	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
FUNASA	FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE
SEMURB	SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO
RSU	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Saneamento Básico.....	17
2.1.1 Primórdios e origens .....	19
2.2 Tratamento e Distribuição de Água.....	20
2.3 Tratamento e Coleta de Esgoto .....	23
2.4 Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos .....	28
2.5 Drenagem Urbana.....	31
2.5.1 Conceito .....	31
2.5.2 Primórdios do sistema de drenagem .....	33
2.5.3 Legislação .....	35
2.5.4 Ciclo da água e o escoamento superficial .....	37
2.5.4.1 Ciclo da água .....	37
2.5.4.2 Escoamento superficial .....	38
2.5.5 Enchentes, inundações e alagamentos .....	39
2.5.6 Microdrenagem.....	40
2.5.6.1 Guias ou meio fio .....	40
2.5.6.2 Sarjetas.....	41
2.5.6.3 Bocas coletoras .....	42
2.5.6.4 Galerias .....	43
2.5.6.5 Poços de visita e caixas de interligação .....	43
2.5.6.6 Dissipador .....	44
2.5.6.7 Sarjetão.....	44
2.5.7 Macrodrenagem.....	45
2.5.7.1 Galerias de grandes dimensões.....	45
2.5.7.2 Canais artificiais .....	46
2.5.7.3 Reservatórios de detenção.....	46
2.5.7.4 Estrutura auxiliares de controle.....	47
2.5.8 Estimativas básicas para o planejamento de um sistema de drenagem .....	48

2.5.8.1 Estimativa de escoamento superficial.....	48
2.5.8.2 Intensidade máxima média de precipitação .....	49
2.5.8.3 Chuvas críticas e o período de retorno.....	49
2.5.9 Importância do sistema de drenagem urbano .....	51
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>53</b>
3.1 Pesquisa Bibliográfica .....	53
3.2 Estudo de Caso .....	54
<b>4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>

# 1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento de todos que o crescimento da população traz por consequência o aumento da urbanização, decorrente da crescente migração da população das zonas rurais para os centros urbanos, em busca de melhores condições de vida. O processo de urbanização, ao longo dos anos, tomou uma proporção cada vez maior, impulsionado pelas modernizações oriundas dos constantes avanços e das descobertas tecnológicas, desde as pequenas até as grandes cidades, com ênfase nas grandes metrópoles de todo o mundo.

Porém, com o aumento da urbanização, ocorre também a impermeabilização do solo, seja ela parcialmente ou totalmente, decorrente da construção de rodovias, edificações, residências, calçadas, dificultando ou até mesmo impedindo parcialmente ou totalmente o processo natural de absorção das águas pelo solo (HÖLTZ, 2011). A interrupção desse processo natural resulta em consequências drásticas, principalmente nos períodos de chuvas, como enchentes, alagamentos, o que trazem prejuízos financeiros e de qualidade de vida às pessoas. Logo, para amenizar e/ou evitar esse problema é necessária a implantação de um sistema de drenagem.

Conforme Villanueva *et al.* (2011), o processo de urbanização, que traz como consequência a impermeabilização do solo, é um sinal claro de prosperidade e crescimento de uma cidade, porém, por outro lado, isso significa uma maior demanda da necessidade da existência de um sistema de drenagem. O mesmo tem como papel transportar as águas pluviais coletadas em seu traçado até um corpo hídrico apropriado, como rios, lagos, córregos, para que essas águas continuem seu ciclo natural sem causar transtornos à população (TUCCI, 2009).

O sistema de drenagem tem um papel fundamental na vida de uma cidade, independente do seu tamanho, pois carrega as águas que caem em toda cidade para as bacias hidrográficas. Isso evita possíveis alagamentos e previne enchentes (TUCCI, 2012).

Sabe-se que, quando não se tem um sistema de drenagem eficiente para evitar a ocorrência dessa problemática, a cidade e, principalmente, a sua população sofrerão os impactos, tanto na qualidade de vida, já que transita em uma cidade com um nível alto de água em suas ruas, gerando transtornos; prejuízos financeiros, uma vez que, normalmente, em chuvas fortes, pode-se ocorrer o alagamento das ruas, das lojas, casas, veículos; e na saúde da população, esse é um dos impactos mais graves, pois pode afetar a saúde de uma cidade por completo, e, algumas vezes, de forma lenta e silenciosa, isso porque essas águas podem se



tornar transmissoras de bactérias e vírus, já que trazem consigo uma mistura de lixo e muitas vezes esgotos das ruas.

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, tem como seus conceitos principais a universalização do acesso ao abastecimento de água, limpeza urbana, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo dos resíduos sólidos, para que se possa garantir à saúde pública, assegurando esse direito a todos. É garantido a todas as áreas urbanas os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, assim como o tratamento, a limpeza e a fiscalização preventiva dessas redes, apropriadas para a saúde pública, visando garantir a proteção do meio ambiente, a segurança dos patrimônios públicos e privados (BRASIL, 2007).

A lei deixa claro que o sistema de drenagem urbana é de direito de todos que residem em áreas urbanas, no entanto, o seu cumprimento ainda é escasso em inúmeros lugares, principalmente em pequenas cidades. Alguns gestores descumprem essa lei, alegando muitas vezes que a implantação de um sistema de drenagem demanda um investimento significativamente alto e uma mão de obra especializada, que não se encontra nos municípios e em suas cidades vizinhas. Essa negligência resulta em transtornos, tanto para a gestão pública, quanto para a população, que é a parte que mais sofre, pois, além de sofrer transtornos com os alagamentos e amargar danos econômicos, ainda pode ser acometida por doença de veiculação hídrica, o que conseqüentemente vem a gerar transtorno para a saúde pública, resultando em uma demanda e em gastos que poderiam ser evitados, com investimentos na rede de drenagem urbana, conforme pede a Lei nº 11.445/2007.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo geral discutir sobre a importância do sistema de drenagem para uma cidade e para a sua população, através da análise dos impactos de sua ausência na cidade. Para isso, elaboraram-se os seguintes objetivos específicos: estudar o sistema de drenagem existente no centro da cidade de Rio Real, na Bahia; procurando analisar a sua eficiência, analisando os seus benefícios e os impactos para a cidade e os seus habitantes; assim como analisar o seu estado de conservação; além de averiguar se há a necessidade de modernização ou ampliação do mesmo.

As considerações finais trazem o estudo através de pesquisas de campo e fotos tiradas durante toda a pesquisa. Por fim, serão trazidos os resultados, visando sugerir possíveis mudanças e melhorias para o mesmo, com a finalidade de proporcionar maiores benefícios e segurança a sua população.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Saneamento Básico

O saneamento básico é um direito garantido a todos pela Constituição Federal e regido pela Lei nº 11.445/2007. De acordo com a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, saneamento básico é o conjunto de serviços essenciais para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, como tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto sanitário, drenagem urbana de águas pluviais, limpeza urbana, coleta e destinação dos resíduos sólidos.

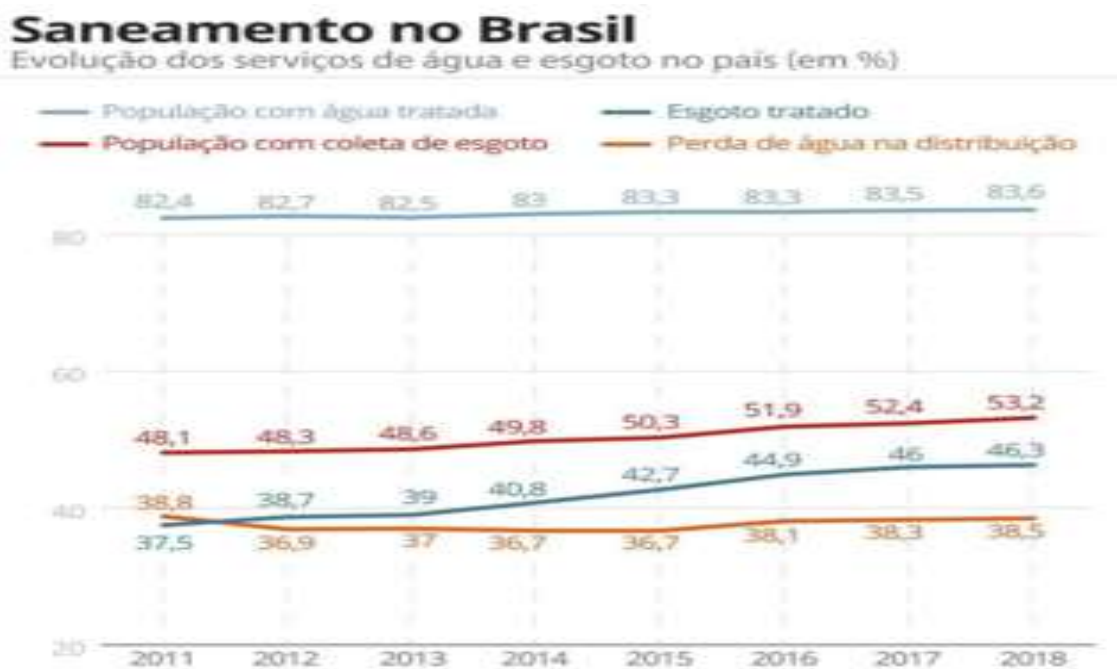


**Figura 1:** Indicar sobre as definições da lei nº 11.445/2007.

**Fonte:** SNIS (2020).

De acordo com Trata Brasil (2021), o saneamento é a junção de medidas que buscam preservar ou alterar as condições do meio ambiente, com o intuito de prevenir doenças e garantir saúde, visando melhorias na qualidade de vida da população, ao mesmo tempo, busca estimular as atividades econômicas públicas e privadas. O intuito dessas medidas é garantir a universalização do direito ao abastecimento de água potável de qualidade e em quantidade suficiente às necessidades, a coleta e o tratamento adequado do lixo e esgoto, a drenagem e a disposição adequada das águas pluviais (TRATA BRASIL, 2012).

Mesmo o saneamento básico sendo um direito assegurado a todos, atualmente uma parcela significativa da população brasileira ainda não tem acesso ao saneamento básico. Dados apontam que somente 83,6% da população têm acesso à água tratada e somente 46,3% têm acesso a esgoto tratado, conquanto, mesmo 53,2% tendo acesso à coleta de esgoto, isso resulta em uma parcela que corresponde a 16,4% da população sem acesso à água tratada; 53,4% sem tratamento de esgoto e 46,8% sem nenhum tipo de coleta de esgoto em nosso país (TRATA BRASIL, 2018).



**Gráfico 1:** Gráfico que representa a disponibilidade do saneamento básico no Brasil.

**Fonte:** Instituto Trata Brasil (2020).

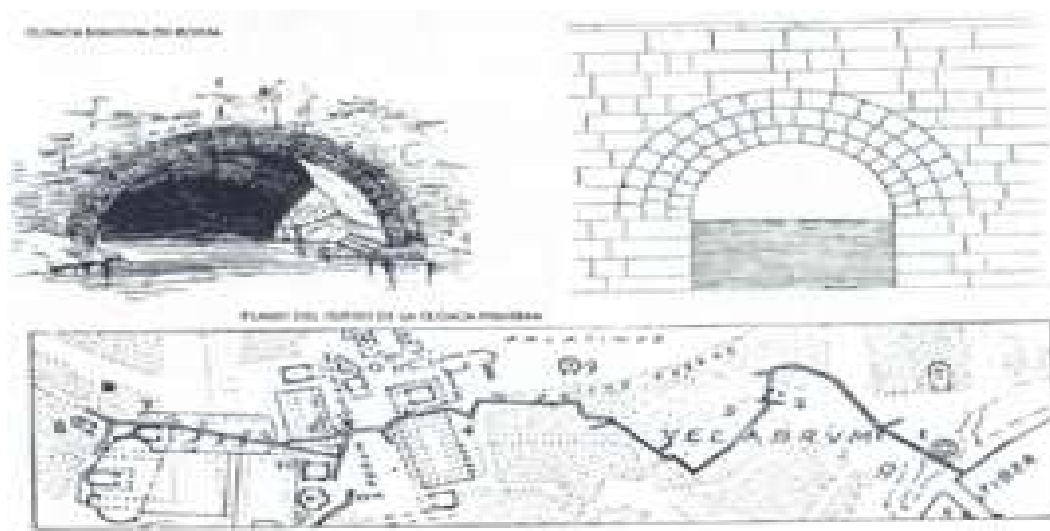
Simplificando a cadeia que envolve o saneamento básico, ele se inicia na captação de água nos reservatórios, onde é feito o seu tratamento e a sua distribuição para os pontos de consumo residenciais e industriais; na sequência, acontece o descarte dos esgotos e das águas

usadas em redes de coletas, que, em alguns casos, o esgoto se mistura às águas pluviais, que são levadas aos centros de tratamento para posterior devolução às bacias hídricas, garantindo que as águas continuem com o seu ciclo; a outra vertente dessa cadeia é a coleta e posterior tratamento dos resíduos sólidos, para dar uma disposição adequada a cada tipo de resíduo (MOREIRA, 1996)

O saneamento básico tem sua parcela de contribuição para a saúde, o meio ambiente, a educação e a economia, por conta disso a modernização e/ou a ampliação de um sistema de saneamento básico é algo benéfico, em qualquer região do planeta, pois beneficia a sociedade de forma geral: o país, as cidades, as empresas, a população e o desenvolvimento social e econômico da região (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

### 2.1.1 Primórdios e origem

Os estudos históricos comprovam que desde os primórdios da civilização greco-romana, era possível encontrar relatos, práticas sanitárias e higiênicas relacionadas ao controle de doenças, que se assemelham ao sistema de saneamento básico atual. Entre essas práticas sanitárias se destacam a construção de aquedutos, os banheiros públicos e os esgotos romanos, tendo um dos seus exemplares mais famosos e de símbolo histórico a rede de esgoto Cloaca Máxima de Roma (TRATA BRASIL, 2012). Como pode-se ver na **Figura 2**.



**Figura 2:** Representação da Cloaca Máxima de Roma e seu plano de curso.  
**Fonte:** Maria Lucia Brito Cruz (2017).

Conforme Davis e Masten (2016), há relatos que indicam que por volta do ano 3750 a.C, foi construída uma rede de esgoto na cidade de Nippur, na Índia; outra galeria foi encontrada em Tel Asmar, próximo à Bagdá, no Iraque, a qual teria sido construída no século XXVI a.C; outros relatos indicam que em uma tradução de um relatório de um comissário do Império Romano, que era responsável pela distribuição de água, foram identificados nove aquedutos que tinham capacidade de transportar cerca de 300.000 m<sup>3</sup> de água por dia, isso nos anos 97 d.C.

Esses relatos mostram o quanto o saneamento básico está ligado à humanidade e ao seu desenvolvimento, desde os primórdios. Eles também mostram o quanto o saneamento básico e o conjunto de atividades que o compõem vêm se modernizando ao longo do tempo em função da modernização, deixando de ser algo arcaico para se tornar moderno e passar a ser feito com base em conhecimentos científicos.

## 2.2 Tratamento e Distribuição de Águas

A água é um dos recursos naturais de maior importância para a humanidade, porém, ela é um bem finito, ou seja, pode acabar, e por isso deve ser usada com responsabilidade para que as próximas gerações possam vir a desfrutar desse recurso tão precioso (BITTENCOURT; PAULA, 2014). Ao longo dos anos, os seres humanos têm usado de forma displicente os recursos naturais, esse uso displicente associado com as ações que destroem o meio ambiente, como despejo de esgoto residencial, comercial e industrial nos afluentes, descarte e manejo incorreto dos agrotóxicos, próximo às bacias hídricas, ocasionam a diminuição da disponibilidade desse recurso tão precioso. Ademais, essas ações tornam cada vez mais indispensável o uso de um sistema de tratamento da água, para possibilitar seu consumo pela população (RICHTER; AZEVEDO NETO, 1991).

Apesar de ser um direito assegurado pela Lei nº. 11.445/2007, nem toda a população brasileira tem acesso à água tratada em sua residência, pois o país tem uma distribuição irregular em relação à disponibilidade desse direito. Em 2018, somente cerca de 83,6% da população brasileira teriam acesso à rede de abastecimento de água, sendo que nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste se encontram os maiores índices, enquanto as regiões Nordeste e Norte têm os menores índices em relação à disponibilidade desse recurso (TRATA BRASIL, 2012). Assim, a **Figura 3** mostra o índice de atendimento total de água no Brasil, em função das regiões.



**Figura 3:** Índice de atendimento total de água no Brasil.  
**Fonte:** SNIS (2018).

De acordo com Howe *et al.* (2016), um dos objetivos básicos do tratamento das águas para o abastecimento público é assegurar a saúde da população. Para garantir isso, a água passa por diversos processos de separações individuais dos possíveis contaminantes existentes, cada processo tem sua efetividade com relação a um grupo de contaminantes, e em contrapartida, sua ineficiência em relação a outros grupos de contaminantes. Por essa razão, a escolha dos processos a serem realizados para o tratamento da água disponível é de suma importância para assegurar o tratamento correto e assim a sua potabilidade.

Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012) relatam que o processo de tratamento de água em uma ETA (Estação de tratamento de águas) segue rigoroso regulamento de um grupo que tem como objetivo manejar de forma padronizada para que a água tratada em qualquer ETA, de qualquer lugar, esteja adequada para o abastecimento público. Ou seja, a qualidade físico-química e a qualidade microbiótica estejam dentro dos padrões de qualidade estipulados e determinados pelos agentes regulamentadores.

O processo de tratamento da água em uma ETA é constituído por diversas etapas, cada uma com uma função específica, são elas respectivamente: coagulação e floculação; decantação; filtração; cloração e florestaço.

A primeira etapa, após a captação da água no reservatório, é dividida em duas partes: a coagulação e a floculação. Na coagulação são adicionados produtos químicos coagulantes,

normalmente é utilizado sulfato de alumínio, sulfato ferroso, e o objetivo é a formação de flocos das partículas poluentes. Para garantir que esse processo seja efetivo, é necessária uma mistura intensa, isso é possível através de uma agitação, que tem a função de causar uma turbulência através dessa ação e garantir uma boa mistura (FLORENÇANO; DE ASSIS COELHO, 2014).

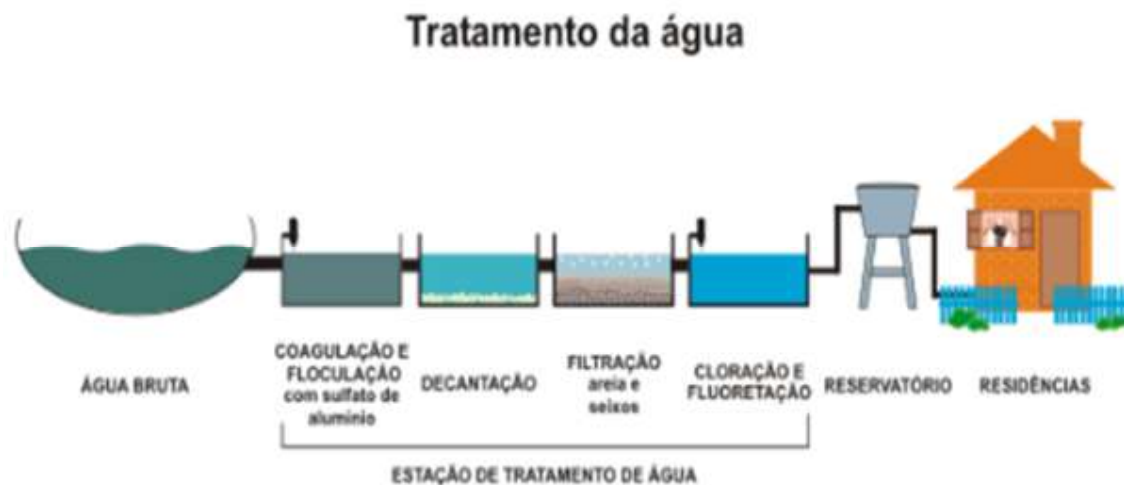
Na segunda parte acontece a floculação, processo físico em que os fragmentos coloidais são dispostos em contato uns com os outros, o que resultará em seu aumento de tamanho físico, metamorfoseando sua classificação granulométrica e assim formando flocos. Para garantir a retirada desses flocos, é necessária uma atenção com a dimensão ideal dos flocos, abatendo sua concentração na fase fluida. Vale ressaltar que esse processo só obtém sucesso com a desestabilização dos fragmentos coloidais, através de uma exata intervenção na fase da coagulação (FERREIRA FILHO, 2020).

A segunda etapa é a Decantação, processo em que os flocos se depositam e se acumulam no fundo dos tanques de tratamento, que são chamados de decantadores. Normalmente, eles têm formatos retangulares e permitem a passagem da água límpida pela parte superior do decantador, indo direto para os filtros (FLORENÇANO; DE ASSIS COELHO, 2014).

A terceira etapa desse processo é a filtração, pela qual acontece a filtragem da água, por meio de leito filtrante formado por areia, seixos e cascalho. Para garantir a sua eficiência, na limpeza desses filtros é feita diariamente a retirada da camada que fica retida, e essa limpeza é feita com água tratada em fluxo inverso, processo chamado de reversão. A filtragem tem o objetivo de retirar flocos, que passem dos decantadores para os filtros, e reter os microrganismos. Nessa etapa a água fica livre de partículas de impurezas, porém, ainda não está pronta para consumo, pois precisa passar por desinfecção (FERREIRA FILHO, 2020).

A quarta e última etapa é dividida em duas fases, a cloração e a fluoretação. Essa etapa também recebe o nome de desinfecção, seu objetivo é destruir bactérias patogênicas, que podem causar: cólera, febre tifóide, hepatite, amebíase, febre paratifóide, salmoneloses. Os produtos mais usuais nesse processo são: gás cloro, hipoclorito de cálcio. Já a cloração tem o objetivo de desinfecção e também a oxidação do ferro, enquanto a fluoretação tem o objetivo de prevenir a cárie dentária, através da adição de fluorsilicato de sódio, fluorita a água (FLORENÇANO; DE ASSIS COELHO, 2014).

Após passar por essas quatro etapas, a água está limpa e pronta para ser levada para as residências da população. Na **Figura 4** é apresentado um esquema do processo de tratamento de água:



**Figura 4:** Esquema do processo de tratamento da água em uma ETA.

**Fonte:** SANEP.

### 2.3 Tratamento e Coleta de Esgoto

Após a água ser utilizada em uso doméstico ou industrial, ela se encontra associada a poluentes físicos e químicos, esgoto sanitário, estado impróprio para consumo e para ser devolvida ao meio ambiente. Logo, para que possa seguir seu ciclo, é necessário que passe por tratamento, para que possa retornar às bacias hídricas. Segundo a Norma Brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), esgoto sanitário é o escoamento líquido composto pelo esgoto doméstico e industrial, pela água de infiltração com a contribuição pluvial parasitária.

Conforme a NBR 9648 (1986), o esgoto doméstico é o escoamento líquido referente à água usada na higienização e nas necessidades fisiológicas humanas; já o esgoto industrial é o escoamento líquido decorrente dos procedimentos industriais. A água de infiltração diz respeito às águas oriundas no subsolo, que, de maneira indesejada, adentram as canalizações; já a contribuição pluvial parasitária nada mais é que a parcela das águas pluviais, que, de maneira inevitável, é coletada pelas redes de esgoto (NBR 9648, 1986).

Apesar da coleta e o tratamento de esgoto ser um direito assegurado pela Lei nº 11.445/2007, no Brasil, existe uma parcela significativa da população que não tem acesso à coleta e/ou ao tratamento de esgoto, seja ele doméstico ou industrial, isso faz com que ele seja descartado, muitas vezes, de forma incorreta, sendo lançado diretamente nos afluentes. De



acordo com o Trata Brasil (2018), no ano de 2018, apenas 53,2% da população tinham acesso à coleta de esgoto. A pesquisa ainda mostra que esse percentual é distribuído de forma inadequada entre as regiões do país, em que os maiores índices de coleta se encontram nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul, já as regiões Nordeste e Norte são as mais desassistidas. Na **Figura 5** é possível observar essa distribuição.



**Figura 5:** Índice de atendimento total de água no Brasil.  
**Fonte:** SNIS (2018).

Na grande maioria das cidades pequenas não existe sistema de coleta de esgoto e nem tratamento do mesmo, isso acontece nas sedes dos municípios e se agrava ainda mais nas zonas rurais. Nesses locais, é comum o uso de fossa séptica para deposição dos esgotos e seus sedimentos. Desse modo, fossa séptica nada mais é que um tanque enterrado, feito de alumínio, concreto ou revestido de alvenaria, onde são depositados os rejeitos e a sua parte líquida é filtrada pelo solo (NUVOLARI, 2003).

Assim como os esgotos são divididos em diferentes tipos, há também diferentes tipos de sistemas de tratamento de esgoto, entre esses tipos de sistemas, existem o unitário, o misto e o separador. O sistema unitário recebe tanto o esgoto doméstico quanto o industrial e ainda as águas pluviais; já o sistema misto é aquele que recebe só o esgoto sanitário e uma parte das águas pluviais; no sistema separador, ele separa os esgotos domésticos e industriais do esgoto pluvial, esse tipo de sistema é o mais usados atualmente no Brasil (TRATA BRASIL, 2012).

Existe uma diversidade de processos em tratamento de esgoto, o mais usado pela ETE (Estação de tratamento de esgoto) são os processos biológicos. Estes podem ser classificados em relação à retenção ou não da biomassa, que são os microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica presente nos esgotos (PIVELI, 2004).

Nos processos em que é feita a retenção de biomassa, o tempo de detecção hidráulica, ou seja, o tempo em que o esgoto levar para percorrer o sistema, é análogo ao tempo médio da residência celular. Isso representa o tempo que os microrganismos são conservados no sistema, esse período é conhecido como idade do lodo. Esse processo é caracterizado pelas grandes dimensões do sistema, como exemplo pode-se citar as lagoas aeradas mecanicamente de mistura completa (NUVOLARI, 2003).

Nos sistemas que realizam a retenção da biomassa são utilizados mecanismos para que isso possa ser possível, logo, pode-se utilizar reatores de crescimento em suspensão na massa líquida, em que a retenção da biomassa é realizada através da recirculação do lodo sedimentado nos decantadores à frente do reator biológico; também pode-se utilizar reatores de biomassa aderida com leito fixo ou móvel, onde a retenção é feita através da adesão dos microrganismos nos suportes que formam os biofilmes (PIVELI, 2004).

Os reatores com retenção de biomassa formam os sistemas de tratamento compactos, que permitem maior concentração de microrganismos ativos, por possuir uma maior capacidade para recebimento dos esgotos, se compara com o mesmo volume de reator, onde não acontece a retenção do lodo (PIVELI, 2004).

O processo de lodos ativados convencional é formado pelas etapas de tratamento preliminar: gradeamento e desarenação, decantadores primários, tanques de aeração, decantadores secundários, adensadores de lodo, digestores de lodo, sistema de desidratação de lodo. Como mostra o esquema representado pela **Figura 6**.

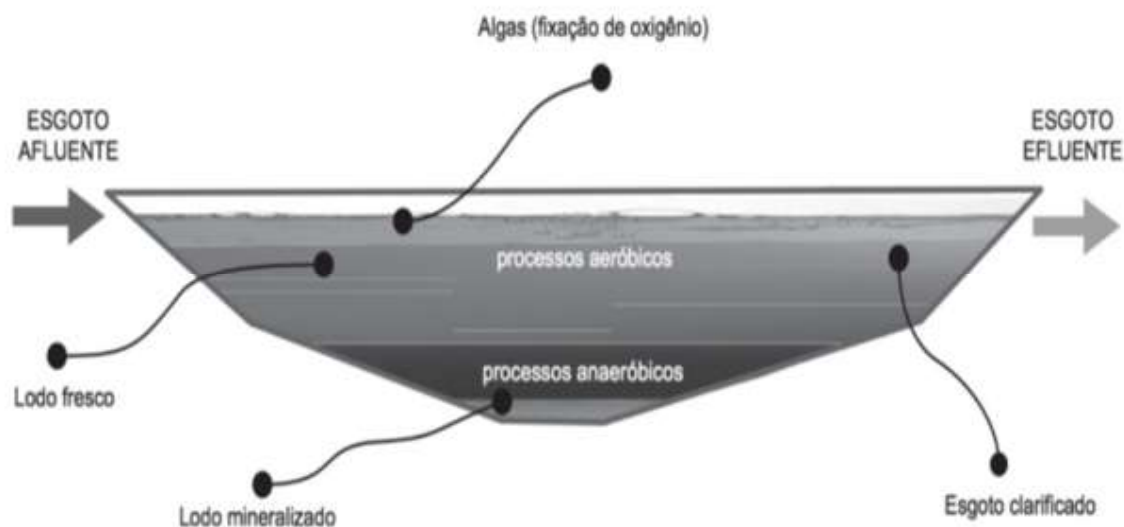


**Figura 6:** Esquema do tratamento de esgoto.

**Fonte:** SABESP (2018).

A primeira etapa é o gradeamento, que consiste em reter a parte mais grosseira do esgoto, como o plástico, papel, pedaços de madeira, objetos metálicos e muitos outros. Essa retenção é feita através de barras de ferro, posicionadas paralelas e horizontalmente nesse primeiro tanque; a segunda etapa é a desarenação, ou também conhecida como caixa de areia, onde é retirado todo e qualquer detrito sólido que passou pelo processo anterior, assim, a areia, o cascalho e o pedregulho ficam depositados no fundo do tanque e a parte solúvel do esgoto fica na parte superior, de onde seguem para os decantadores primários. Nessa etapa ocorre a decantação, pela qual os detritos mais pesados se depositam no fundo do tanque e a parte líquida segue para as lagoas e/ou tanques de aeração (PIVELI, 2004).

Nos tanques de aeração ocorre o tratamento biológico. Nesses tanques é feita a injeção artificial de oxigênio, para possibilitar o aumento da propagação dos microrganismos aeróbios, que se alimentam do lodo, formando alguns flocos; algumas vezes, é associado o uso de microrganismos anaeróbios nas partes mais profundas dos tanques, pois são opostos aos seres aeróbicos e não necessitam de oxigênio para se propagarem (BITENCOURT; PAULA, 2014). Observemos a **Figura 7**.



**Figura 7:** Lagoa de aeração.

**Fonte:** Photogrape / Shutterstock.com (2003 – 2021).

Posterior à passagem nos tanques anaeróbicos ocorre a passagem pelos decantadores secundários, onde o restante do lodo é depositado no fundo dos tanques, pois já se encontra separado da água. Após esse processo, a água se encontra livre de aproximadamente 90% a 95% das impurezas, contudo, está imprópria para o consumo, mas se encontra própria para ser devolvida às bacias hídricas e para ser utilizada como água de reuso (BITENCOURT; PAULA, 2014).

Conforme Rocha (2018), o reuso da água é uma ação praticada desde os tempos antigos, como na Grécia Antiga, onde se utilizava o esgoto na agricultura. Atualmente, tendo em vista a gestão sustentável da natureza, o reuso da água tem se tornado bastante empregado em países como Israel e Estados Unidos, no Brasil, tem-se observado algumas iniciativas em algumas capitais.

Conquanto, o lodo que fica retido, tanto do decantador primário quanto nos secundários, passa por um processo de secagem e posterior adensamento, nos biodigestores de onde vão para a sua destinação final, que pode ser o descarte em aterros ou usado na agricultura.

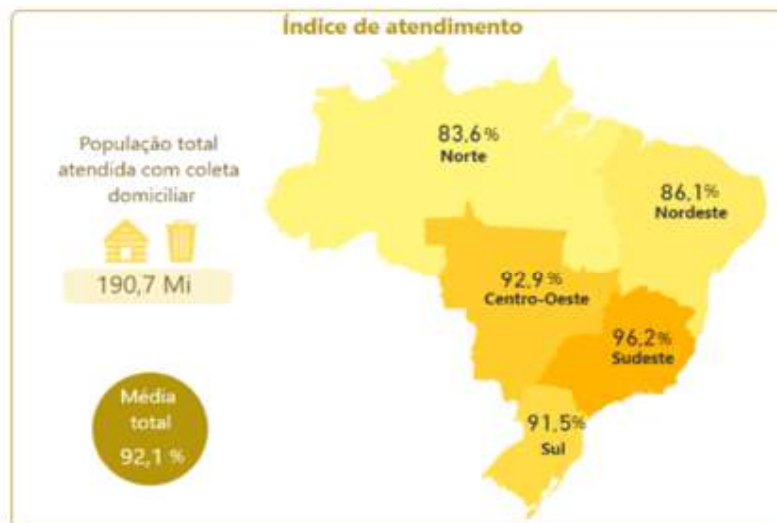
## 2.4 Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos

Conforme a Lei 12.305, são responsabilizados pelo ciclo de vida dos produtos e consequentemente pelo efeito do lixo resultante deles os fabricantes, os importadores, os distribuidores e os comerciantes, tendo como objetivo dividir a responsabilidade, a fim de que todos façam a sua parte. No seu capítulo III, são destacados os principais instrumentos, sendo eles os planos de resíduos sólidos, as fiscalizações e os monitoramentos ambientais, sanitários e agropecuários, e o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associações, como as de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, a avaliação dos impactos ambientais e a educação ambiental (BRASIL, 2010).

É importante ressaltar que as normas e resoluções da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e do Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente), juntamente com o Artigo 13 da Lei 12.305 classificam os resíduos sólidos de acordo com a sua periculosidade (perigosos e não perigosos) e em relação à sua origem (TONETO JÚNIOR; SAIANI; DOURADO, 2014).

Em relação à origem, pode-se dividir em domiciliares, de limpeza urbana, de serviços de saúde, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da indústria, da construção civil, de transportes de mineração e muitos outros - os resíduos domiciliares e da limpeza urbana são considerados resíduos sólidos urbanos (TONETO JÚNIOR; SAIANI; DOURADO, 2014).

Apesar da Lei nº 11.445/2007 vim a garantir e assegurar como direito de todos, a coleta de resíduos sólidos urbanos, como parte do sistema de saneamento básico, uma parte da população ainda não dispôs do desfruir desse direito, principalmente nas pequenas cidades e nas zonas rurais desses municípios. Segundo uma pesquisa da SNISP, em 2018, somente 92,1% da população brasileira têm coleta domiciliar dos resíduos sólidos. Esse percentual não é bem distribuído, ele tem a maior concentração, como já mencionado anteriormente, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul, deixando as regiões Nordeste e Norte com os menores percentuais de coleta (TRATA BRASIL, 2018). Observemos a **Figura 8**:



**Figura 8:** Índice de atendimento de coleta de resíduos sólidos domiciliares.  
**Fontes:** SNISP (2018).

A precariedade nos sistemas brasileiros de limpeza urbana, na maioria dos municípios, pode ser constatada através dos dados e informações disponíveis, em que pesa a baixa qualidade em muitos deles, deixando claro que a configuração da estrutura da limpeza urbana e da coleta domiciliar, da limpeza de logradouros públicos e da destinação adequada dos resíduos coletados deixa a desejar (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Apesar de a Lei 12.305 estipular um período para a extinção dos lixões no Brasil e a implantação generalizada de aterros sanitários, esse prazo, de maneira geral, foi estipulado até 2024. Porém, faltando apenas 3 anos para o fim desse período, cerca de 40,5% dos municípios brasileiros ainda descartam de forma incorreta os seus resíduos sólidos, usando lixões. O **Gráfico 2** demonstra isso.



**Gráfico 2:** Indicador de disposição de resíduos sólidos no Brasil.  
**Fonte:** Panorama dos resíduos sólidos do Brasil (2020).

Os aterros sanitários, em relação aos lixões, têm uma parcela bem reduzida da poluição e da contaminação dos lençóis freáticos, já que nos lixões, o lixo é jogado no solo de forma desordenada, produzindo odores que atraem animais que transmitem doenças, propagando bactérias e protozoários causadores de enfermidades. Sem falar que a fermentação desse lixo produz um líquido chamado chorume, que é carregado de metais pesados que contaminam o solo e o lençol freático, além da liberação do gás metano, direto na atmosfera. Enquanto no aterro sanitário é realizada a impermeabilização do solo, onde serão depositados os resíduos que, posteriormente, são compactados e cobertos, evitando, assim, o odor e a presença de animais que podem transmitir doenças, além de ser realizada a queima do gás metano e o tratamento do chorume, evitando a poluição da atmosfera e dos lençóis freáticos (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

A gestão de RSU, resíduos sólidos urbanos, é um dos instrumentos fundamentais para desviar os riscos de contaminação da natureza. A pouca importância que vem sendo dada aos resíduos sólidos resulta na contaminação de cursos d'água e lençóis subterrâneos, devido ao descarte incorreto desses resíduos gerando essa contaminação (IBRAHIN; IBRAHIN; CANTUÁRIA, 2015). Assim, na **Figura 9**, é possível observar um exemplo desse descarte inadequado, que acontece na grande maioria dos pequenos municípios.



**Figura 9:** Lixão não tratado adequadamente, trazendo diversas consequências ambientais e sociais.  
**Fonte:** Huguette Roe / Shutterstock.com (2003 – 2021).

## 2.5 Drenagem Urbana

### 2.5.1 Conceito

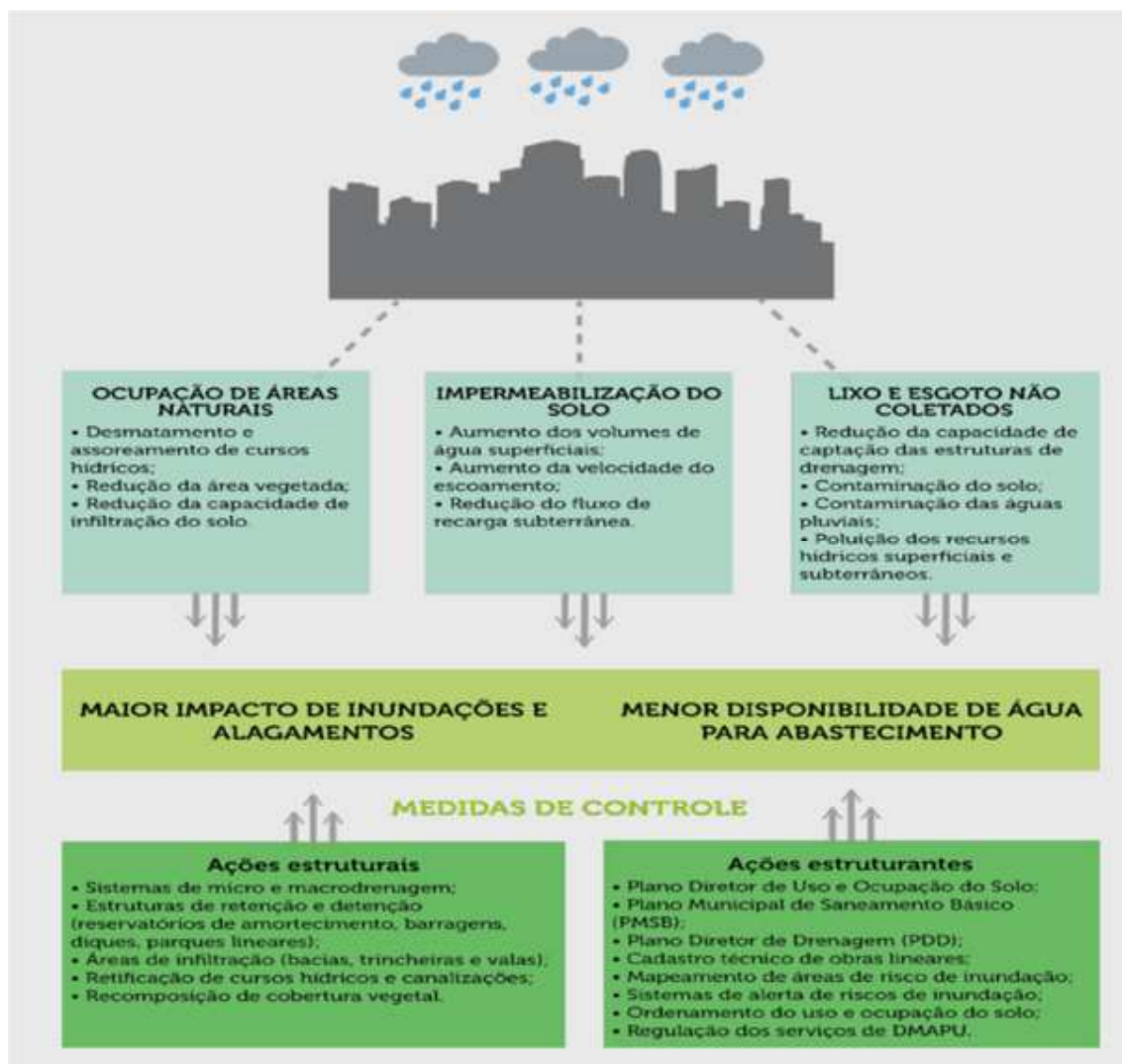
Drenagem urbana é tida como o manejo das águas pluviais urbanas, considerando o ciclo das águas no plano terrestre do planeta, juntamente com os avanços nos métodos de atuação, em relação às técnicas usadas atualmente, tendo em vista os avanços técnicos decorrentes da evolução sobre a percepção hídrica (CHRISTOFIDIS; ASSUMPÇÃO; KLIGERMAN, 2020).

Como é estabelecido pela Agência Nacional de Água (ANA), o objetivo da drenagem urbana é retirar o escoamento da água das chuvas o mais rápido possível do perímetro urbano, evitando danos para a cidade e assegurando que não haja impactos aos corpos hídricos, receptores das águas pluviais.

Conforme Silva *et al.* (2019), o conceito de drenagem urbana está condicionado às práticas da antiguidade de lidar com o problema das águas pluviais nas cidades, que resulta no procedimento da captação da água da chuva, buscando que esse procedimento ocorra o mais rápido possível, de forma eficiente para evitar danos.

Ademais, a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas são o conglomerado de atividades voltadas à infraestrutura e às instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, ao transporte e à detenção ou de retenção das águas da chuva, buscando a redução no volume das vazões das cheias (TUCCI, 2016).





**Figura 10:** Esquema de medidas em função das águas pluviais.  
**Fonte:** SNIS (2020).

De acordo com o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento Básico) (2020), as águas pluviais, ou seja, da chuva, devem escoar superficialmente por caminhos naturais para chegarem às bacias hidrográficas. No entanto, as cidades alteram esse ambiente natural, de modo a interferir o ciclo natural de drenagem das águas, ocasionando a necessidade de intervenção, buscando minimizar os impactos que os eventos hidrológicos podem causar, o que leva a adoção das medidas de controle, compostas por ações estruturais, que são intervenções físicas; e ações estruturantes, como diretrizes, normas legais, fiscalização e educação.

A gestão das águas em sintonia com a natureza tende a elevar o patamar da sobrevivência humana pela admiração e contemplação das águas, a atitude de compreender às águas ocorre combinando as experiências adquiridas a partir das práticas convencionais da

engenharia, com o conceito de desenvolvimento sustentável e as preocupações atuais das mudanças climáticas (CHRISTOFIDIS; ASSUMPÇÃO; KLIGERMAN, 2020).

Segundo o Manual de Drenagem Urbana (BRASIL, 2002), o sistema de drenagem urbana se subdivide em microdrenagem e macrodrenagem. Posto que a microdrenagem é constituída pelo sistema de condutores pluviais ou rede primária urbana, o qual é projetado para realizar a drenagem de precipitações moderadas; por sua vez, a macrodrenagem é o sistema que faz a coleta de diversos sistemas de microdrenagem, e é responsável pelo escoamento final das águas, abrangendo áreas superiores a 4km<sup>2</sup>.

### **2.5.2 Primórdios do sistema de drenagem**

Silva *et al.* (2019) relatam que os primeiros sistemas de drenagem da humanidade foram construídos por volta de 3000 a 2000 a.C, pela civilização Cretense, na Ilha Creta, que ficava entre o mar Mediterrâneo e o mar Egeu. Esta civilização possuía uma preocupação em elaborar projetos inspirados nos modelos modernos, pensando em fazer um excelente planejamento para as águas pluviais.

Historicamente, os aspectos da drenagem urbana tiveram inovações tecnológicas referentes ao sistema de saneamento básico, intensificadas a partir do período Renascentista, no qual era evidenciada a preocupação com a saúde pública em vários países da Europa. A partir disso, planejaram e deram início às obras para conter as águas da chuva (SILVA *et al.*, 2019).

Ao longo do tempo, a construção em madeira foi substituída pela construção em alvenaria, ocasionando a pavimentação de vias públicas e de sistemas de drenagem de água, associados à coleta de esgoto, canalizando-as para longe das mediações das cidades (KURODA, 2015).

O aumento da população brasileira se deu de forma constante a partir da Proclamação da República, o que ocasionou a ocorrência frequente de inundações, devido à impermeabilização e à canalização das grandes metrópoles. Atualmente, o crescimento da população dos grandes centros se dá principalmente nas regiões periféricas, que normalmente são lugares mais baixos e, muitas das vezes, são áreas de mananciais, o que aumenta o risco de inundações (KURODA, 2015).

Conforme Klein (2000), historicamente, as populações humanas tenderam a se concentrarem nas margens de rios e lagos, buscando facilitar o acesso abundante à água, além de proporcionar evacuação de seus rejeitos para outros lugares. No período entre 3000 a.C. e 1500 a.C. aconteceu uma revolução urbana, com a organização de comunidades que formaram cidades, nas quais tinham-se a preocupação em realizar construções para intervenções, para o manejo das águas pluviais e residuais (KLEIN, 2000).

As primeiras canalizações de esgoto e água pluvial do Brasil surgiram no estado do Rio de Janeiro por volta do ano de 1561, de lá para cá, os padrões urbanistas do país passaram por reformas, o que consolidou o conceito higienista do saneamento básico, ocasionando as modificações das cidades brasileiras. Assim, o conceito higienista visava afastar as águas pluviais das cidades (KLEIN, 2000).

Por volta de 1912, no Brasil ocorreu a legitimação do sistema separador absoluto, pelo qual a drenagem passou a ser obrigatória para os projetos de urbanização, junto com o crescimento da conscientização ambiental, o que levou a busca de alternativas e de planejamento de drenagem urbana (KURODA, 2015).

<b>Fase</b>	<b>Características</b>	<b>Consequências</b>
Pré-higienista: até início do século XX	Esgoto em fossas ou na drenagem, sem coleta ou tratamento e água da fonte mais próxima, poço ou rio.	Doenças e epidemias, grande mortalidade e inundações.
Higienista: até 1970	Transporte de esgoto distante das pessoas e canalização do escoamento.	Redução das doenças, mas rios contaminados, impactos nas fontes de água e inundações.
Corretiva: entre 1970e 1990	Tratamento de esgoto doméstico e industrial, amortecimento do escoamento.	Recuperação dos rios, restando poluição difusa, obras hidráulicas e impacto ambiental.
Desenvolvimento sustentável: depois de 1990 – até o momento	Tratamento terciário e do escoamento pluvial, novos desenvolvimentos que preservam o sistema natural.	Conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade de vida.

**Quadro 1:** Quadro do período da drenagem.

**Fonte:** TUCCI (2008).

Com o desenvolvimento das técnicas e das tecnologias da engenharia, associadas à preocupação sanitária sobre escoamento pluvial, água das chuvas, foram construídos canais,

foram feitas retificações de rios em perímetro urbano, assim como a drenagem dos mesmos por galerias subterrâneas (TUCCI, 2008).

### 2.5.3 Legislação

De acordo com Silva *et al.* (2019), as leis são como normas jurídicas regulamentadoras, aprovadas pelos representantes do povo, e sua função principal é reger a sociedade em um estado democrático. Conforme a nossa Constituição Federal, sua importância é notória e fica evidente, pois as produções legislativas adquirem autonomia em relação a quem a produz.

Os assuntos a serem tratados pela lei têm que ser rigorosamente selecionados e analisados, tendo em vista que estabeleceram orientações gerais relacionadas às necessidades e à harmonia da coletividade (SILVA *et al.*, 2019).

A Lei nº 10.257, de 10 de outubro de 2002, estatuto das cidades, estabeleceu normas de ordem pública e de interesses sociais, que servem para regular o uso das propriedades urbanas em prol do bem coletivo, buscando assegurar o bem-estar dos cidadãos e o equilíbrio ambiental. O artigo 2º III, assim, estabelece sobre o planejamento municipal, em especial onde fala do Plano diretor: “IV - Medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres. Já a Lei nº 11.445 (05/01/2007) - Saneamento Básico - estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;”.

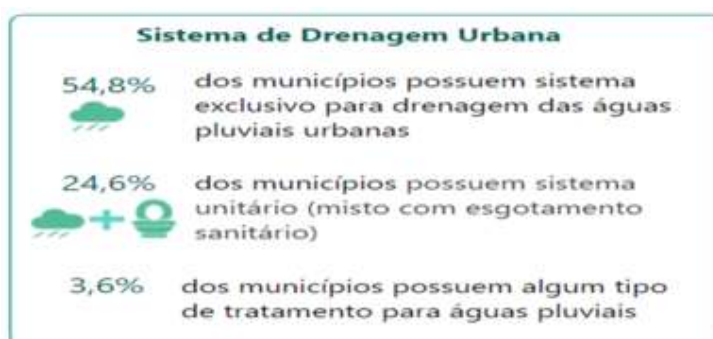
O artigo 2º, que trata dos serviços públicos de saneamento básico/princípios fundamentais, estabelece: “III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente;”. Ademais, acrescenta: “IV - Disponibilidade em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;”.

Já a Lei Federal nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, que fala do sistema de águas pluviais, prediais e urbanos, estabelece normas referente às correntes naturais das águas pluviais:

Art. 1.288. O dono ou o possuidor do prédio inferior é obrigado a receber as águas que correm naturalmente do superior, não podendo realizar obras que embarcem o seu fluxo; porém, a condição natural e anterior do prédio inferior não pode ser agravada por obras feitas pelo dono ou possuidor do prédio superior (BRASIL, 2002).

Acrescentando ainda pelo Art. 1.290: “O proprietário de nascente, ou do solo onde caem águas pluviais, satisfeitas as necessidades de seu consumo, não pode impedir ou desviar o curso natural das águas remanescentes pelos prédios inferiores.”.

Apesar da drenagem urbana ser um direito assegurado pela Lei nº 11.445/2007, nem toda a população brasileira tem acesso à drenagem, pois o país tem uma distribuição irregular em relação à disponibilidade desse direito. Em 2018, somente cerca de 83% da população brasileira teriam acesso à rede de drenagem urbana, sendo 54,8% sistema exclusivo, 24,6% sistema unitário, 3,6% com algum tipo de tratamento não especificado e 17% da população não têm acesso a nenhum tipo de sistema de drenagem (TRATA BRASIL, 2012). A **Figura 11** mostra o índice de atendimento total de água no Brasil, em função das regiões.



**Figura 11:** Indicativo do sistema de drenagem no Brasil.

**Fonte:** SNIS (2018).

Tucci (2009) relata que no Brasil a legislação de recursos hídricos (n. 9433/1997) estabeleceu os planos de bacias hidrográficas como alguns instrumentos, nos quais existem os instrumentos de outorga que se enquadram regulando sobre o uso da água.

Instrumentos de gestão da água na bacia e na cidade (Adaptado de Tucci, 2007).

Espaço	Titular	Gestores	Instrumento
Bacia hidrográfica <sup>2</sup>	Estado ou União	Comitê e agência de bacia	Plano de Bacia
Município <sup>1</sup>	Município	Município	Plano de Saneamento

<sup>1</sup> – dentro do espaço do município; <sup>2</sup> – na integração dos municípios da bacia. <sup>3</sup> – Os Planos de bacia não têm considerado as inundações no seu termo de referência, mas deve fazer parte de seu conteúdo

**Quadro 2:** Instrumentos de gestão da água na bacia e na cidade (Adaptado de Tucci, 2007).

**Fonte:** Tucci (2015).

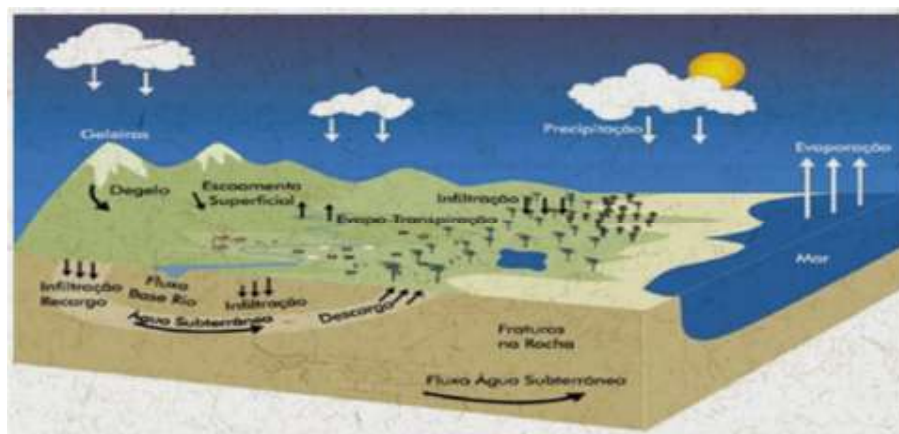
## 2.5.4 Ciclo da água e o escoamento superficial

### 2.5.4.1 Ciclo da água

O ciclo hidrológico abrange todo movimento contínuo da água do nosso planeta. Esse sistema é alimentado pela energia solar, posto que, a água presente na terra, existe um espaço chamado hidrosfera, que fica 1 km abaixo da litosfera e 15 km acima da atmosfera. O autor ressalta que a água tem um sistema complexo que forma esse ciclo hidrológico, de maneira que o ciclo não tem fim, pois há diversos processos ocorrendo constantemente (KURODA, 2015).

O resfriamento do ar atmosférico provoca a condensação do vapor de gotículas de água, provocando o aumento do tamanho pelo processo de coalescência, até se precipitar na forma de chuva, todo esse processo de condensação ocorre em temperaturas abaixo do ponto de congelamento, ocasionando a formação de neve. Se durante a queda a gota de chuva encontrar temperaturas abaixo de zero ocorrerá chuva de granizo (PINTO; MARTINS; GOMIDE, 2011).

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (2016), o processo do ciclo d'água se dá a partir da radiação solar e do metabolismo dos seres vivos, da transpiração, pois essa energia eleva a água da superfície terrestre até a atmosfera, ocorrendo a evaporação, pois, através da força da gravidade, a água condensa nas nuvens se precipitando, ocasionando a precipitação. Ao entrar na superfície terrestre, escoam até os rios e lagos para daí chegar aos oceanos, processo de escoamento superficial, onde também acontece de forma simultânea a infiltração no solo, processo de escoamento subterrâneo. A **Figura 12** ilustra esse ciclo e suas fases.



**Figura 12:** Esquema do ciclo da água.

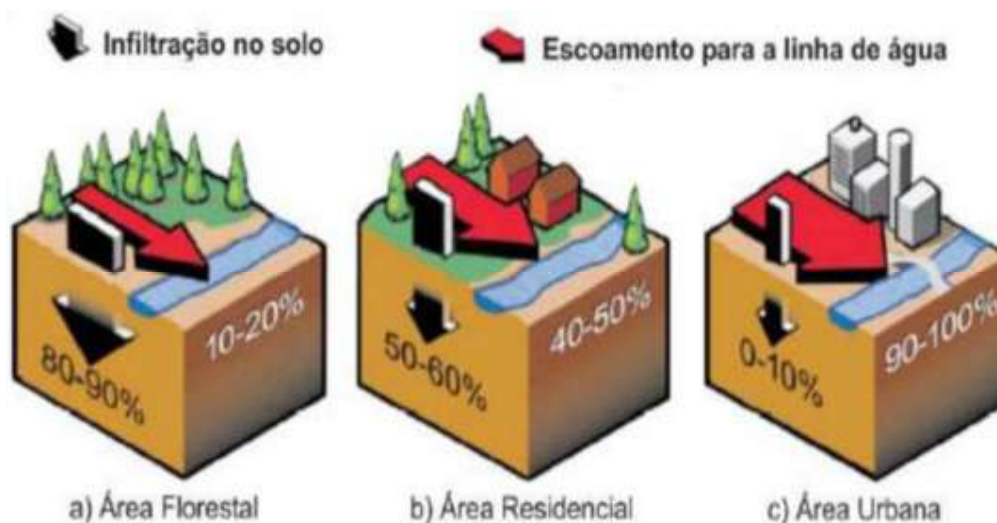
**Fonte:** FUNASA (2016).

### 2.5.4.2 Escoamento superficial

Segundo Pinto, Martins e Gomide (2011), durante a queda das gotas de chuva, que não evaporam durante essa queda, quando atingem o solo, uma parte tende a infiltrar, enquanto o restante escorre superficialmente, sendo que uma parte evapora durante o escoamento e o restante chega aos rios, lagos e córregos.

O escoamento superficial das águas percorre os cursos das águas em direção aos corpos hídricos, quando não há intervenção humana no ambiente. A parcela que infiltra no solo é bem maior que a parte que escorre superficialmente, quando há ação humana, de maneira moderada nesse ambiente, essa parcela que infiltra se torna igual à parcela que escorre superficialmente, porém, quando há ação humana de intervenção, como nas cidades que causam a impermeabilização do solo, a parcela que infiltra no solo se torna quase que inexistente, ocasionando um escoamento superficial de praticamente toda água que vem a cair naquela região, causando prejuízos e impactos econômicos e sociais (PINTO; MARTINS; GOMIDE, 2011).

A **Figura 13** ilustra essa perspectiva de escoamento superficial em diferentes situações de permeabilidade do solo.



**Figura 13:** Taxa de escoamento superficial em relação ao nível de impermeabilização.

**Fonte:** Adaptado de Kuroda (2015).

### 2.5.5 Enchentes, inundações e alagamentos

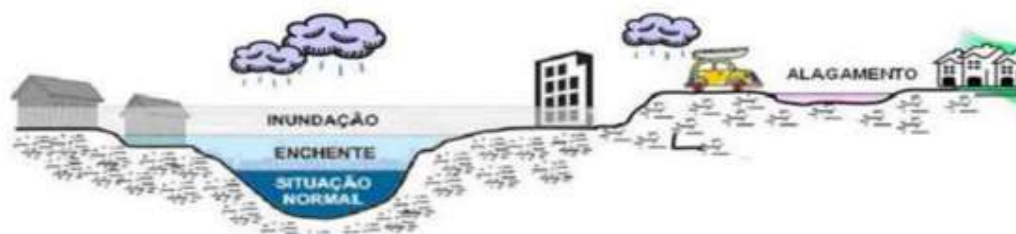
De forma geral, os rios possuem por natureza dois tipos de leitos, o leito principal e/ou maior e o leito menor, a parte que fica inundada constantemente; o leito maior é a parte que inunda durante eventuais chuvas fortes (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2011). Configura-se como enchente o evento em que o rio ocupa o leito maior, tendo o tempo de recorrência normalmente maior que dois anos (TUCCI, 2008).

Os eventos de inundações e enchentes vêm se tornando frequentes e tomando magnitudes cada vez maiores, em decorrência do processo de urbanização, que vem gerando alterações na maneira em que os eventos climáticos ocorrem e nas suas características de intensidades e distribuição de precipitação, isso é associado às altas taxas de impermeabilização do solo.

A impermeabilização das superfícies, juntamente com a ausência de sistema que possa drenar as águas pluviais, ou até a existência desses sistemas de forma ineficiente, devido a não manutenção ou a falta de investimento dos mesmos, propicia um cenário ideal para a ocorrência de evento de inundação ou enchente. Quando esse cenário ainda é associado à ocupação irregular e desordenada dos leitos dos rios e córregos, resulta na anunciação de um evento dessa natureza (TUCCI, 2008).

Atualmente, no Brasil, é possível encontrar inúmeras cidades em que a população que ocupa áreas irregulares ou informais chega a mais de 50%, o aumento dessas ocupações faz com que a ocorrência desses eventos se torne ainda mais recorrente, trazendo danos patrimoniais, sociais e para a saúde dessa população (BRASIL, 2002).

A **Figura 14** apresenta a diferença entre as condições normais do leito do rio e esses ventos.



**Figura 14:** Esquema do processo de enchentes, inundações e alagamentos.

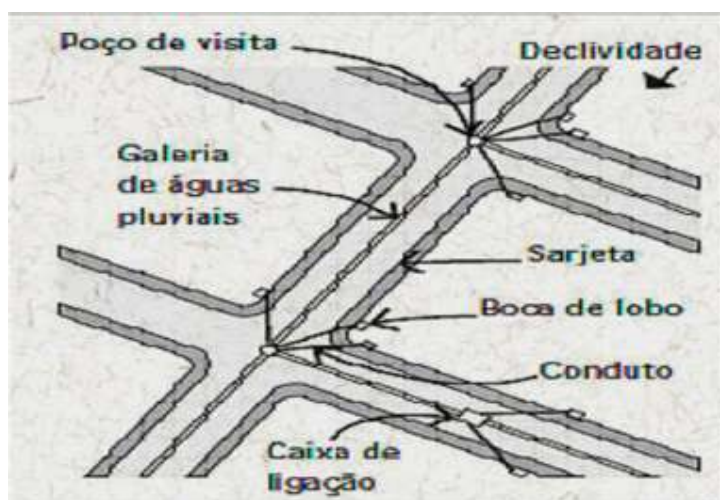
**Fonte:** Adaptado de Defesa Civil São Bernardo do Campo – SP (2012).



### 2.5.6 Microdrenagem

Microdrenagem são os sistemas iniciais de drenagem, que se conectam posteriormente à macrodrenagem, formando assim o sistema de drenagem. Essa parte do sistema é a responsável por realizar a coleta e o afastamento das águas pluviais, seja superficialmente ou subterrâneo, através de pequenas e médias galerias com diâmetro igual ou inferior 1,5 m. A mesma é indispensável, pois viabiliza as condições para que possa ocorrer a circulação de veículos e pedestres em áreas urbanas, evitando danos aos patrimônios públicos e privados, prevenindo enchentes e alagamentos e, consequentes, doenças de veiculação hídrica decorrente dessas águas. Ademais, sua ausência resulta em alagamentos no perímetro urbano (FUNASA, 2016).

A microdrenagem é composta por um conjunto de componentes que se conectam entre si e, posteriormente, à rede de macrodrenagem. Uma vez que a junção desses componentes forma trechos. Assim, a seguir, vamos conhecer um pouco de cada um desses.



**Figura 15:** Representação de um sistema de microdrenagem.  
**Fonte:** ED. PINI (2014).

#### 2.5.6.1 Guias ou meio fio

São elementos construídos através de blocos de concreto ou pedra, que ficam na divisa entre as vias públicas, as vias de circulação de veículos e o passeio, as calçadas, formadas por

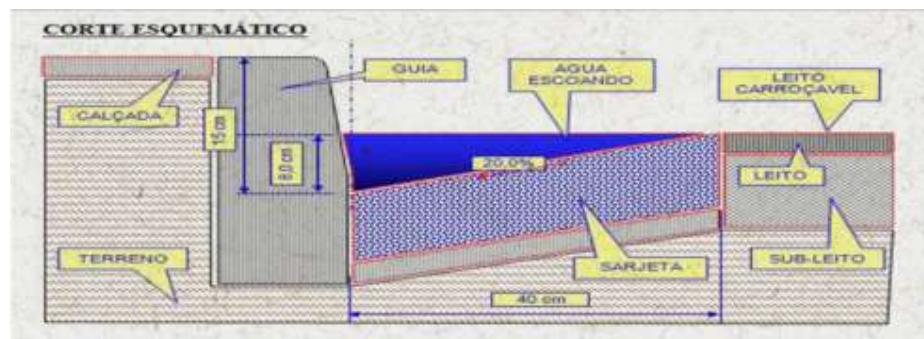
um eixo paralelo em relação à via pública. Elas têm a função de guiar as águas pluviais e impedir que as mesmas passem das vias públicas para o passeio (FUNASA, 2016). A **Figura 16** mostra um exemplo de sua implantação.



**Figura 16:** Guia ou meio fio.  
**Fonte:** Silva (2015).

### 2.5.6.2 Sarjetas

São conhecidas como sarjeta as faixas que formam o limite das vias públicas com a guia ou meio fio. As mesmas formam uma calha que realiza a coleta das águas pluviais decorrentes das vias públicas, devendo conter uma declividade de 20% em seu assentamento, ainda podem ser associadas ao meio fio ou ao guia, como também podem ser individuais (SILVA *et al.*, 2019). A **Figura 17** mostra um corte esquemático de uma sarjeta implantada, já a **Figura 18** mostra uma sarjeta associada ao guia.



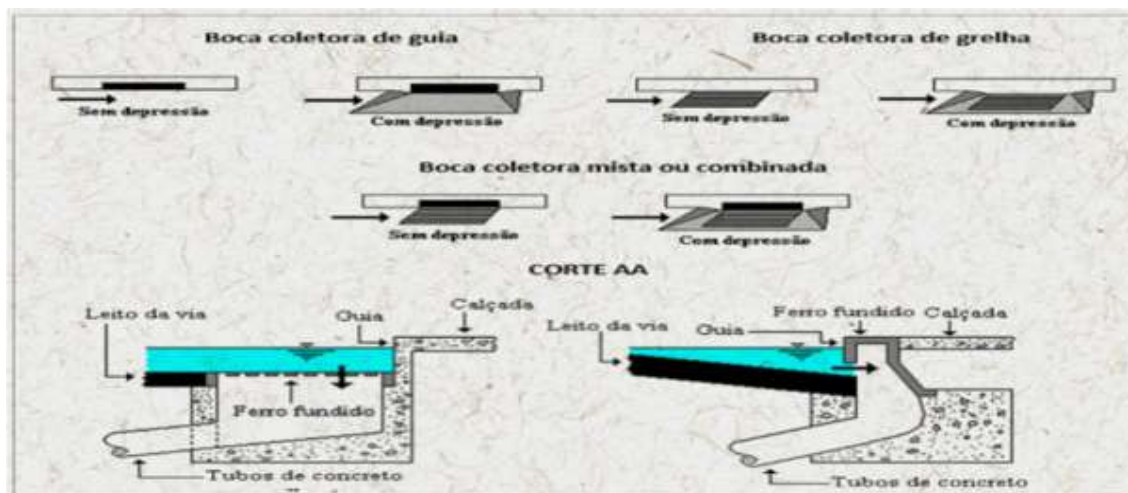
**Figura 17:** Representação de uma sarjeta.  
**Fonte:** FUNASA (2019).



**Figura 18:** Sarjeta associada ao meio fio ou ao guia.  
**Fonte:** FUNASA (2016).

### 2.5.6.3 Bocas coletoras

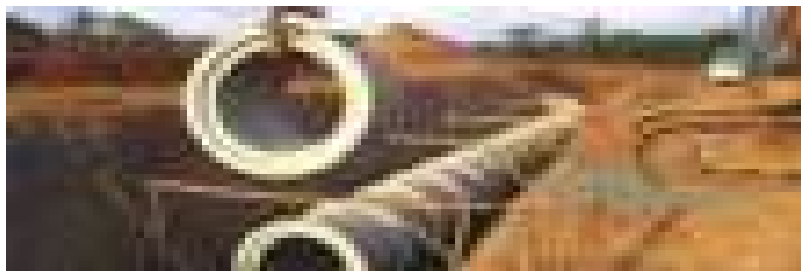
As bocas coletoras, ou como são popularmente conhecidas, boca de lobo ou bueiros, são dispositivos que realizam a captura das águas que foram escoadas pelas sarjetas, levando-as para as galerias (FUNASA, 2016). Elas têm três métodos construtivos, que podem ser usados dependendo do volume de água que será captado, da sua localização e da sua capacidade de engolimento. A **Figura 19** mostra os diferentes tipos de bocas coletoras.



**Figura 19:** Representação de uma boca coletora.  
**Fonte:** VALEC (2010).

### 2.5.6.4 Galerias

As galerias de canalizações responsáveis por conduzir as águas pluviais, proveniente das bocas coletoras, bocas-de-lobo, fazem ligações privadas de drenagem pluviais para fora da cidade para posterior deságue, ou até por uma rede de macrodrenagem, podendo ter diferentes tipos de diâmetros em uma mesma rede, garantindo que a contribuição recebida não seja maior que a sua capacidade, garantindo seu escoamento de forma gravitacional (KURODA, 2015). A **Figura 20** mostra a instalação de galerias de drenagem.

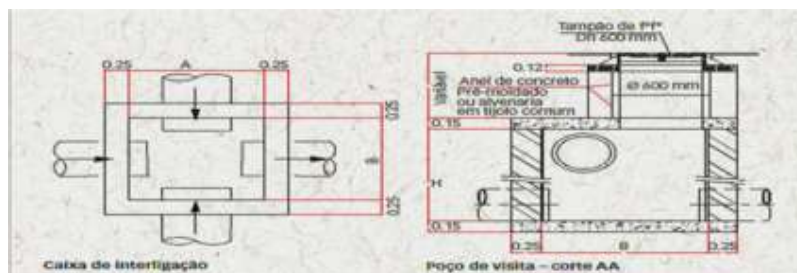


**Figura 20:** Galeria de drenagem.

Fonte: Silva (2015).

### 2.5.6.5 Poços de visita e caixas de interligação

Poços de visita e caixas de interligação são dispositivos dispostos em pontos estratégicos do sistema de galerias, que permitem a mudança de direção, a mudança de declividade, a mudança de diâmetro, a inspeção e a limpeza da rede. Por consequência disso, devem ter diâmetros capazes de permitir a passagem de um operário (KURODA, 2015). A **Figura 21** apresenta um esquema representativo de um poço de visita

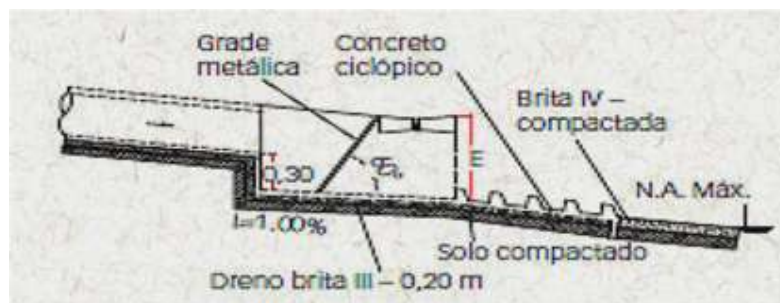


**Figura 21:** Representação de um poço de visita, caixa de ligação.

Fonte: ED. PINI (2013).

### 2.5.6.6 Dissipador

Dissipador é um condutor construído de concreto e pedra, que tem a função de reduzir a velocidade da água quando sai da tubulação, e busca evitar a erosão do solo, na junção entre a microdrenagem com a macrodrenagem (FUNASA, 2016). A **Figura 22** mostra o esquema de um dissipador.



**Figura 22:** Representação de um dissipador.  
**Fonte:** FUNASA (2016).

### 2.5.6.7 Sarjetão

Os sarjetões são formados pelo próprio pavimento e concreto, situados nos cruzamentos das vias públicas, e têm a funcionalidade de orientar o fluxo das águas, proveniente dos escoamentos das águas das sarjetas. Eles são de fundamental importância, principalmente em chuvas torrenciais, pois conduzem as águas que caem sobre a via para as laterais, evitando acidentes (FUNASA, 2016). A **Figura 23** mostra a representação de um sarjetão.



**Figura 23:** Representação de um sarjetão.  
**Fonte:** Silva (2015).

## 2.5.7 Macro drenagem

A macro drenagem é a segunda parte que constitui um sistema de drenagem urbana. Ela recebe as contribuições dos sistemas de micro drenagem, drenagem primária e as conduzem até as bacias hídricas, as quais são compostas por grandes galerias com diâmetro superior a 1,5 metros.

Segundo a FUNASA, esse sistema existe, mesmo não sendo projetado, constitui-se dos córregos, cursos d'água e fundos de vale, e as obras de macro drenagem tem o objetivo de otimizar o escoamento do sistema, melhorando as suas características. A macro drenagem é composta por obras de grande porte, por envolver retificações de cursos hídricos, microbacias; sua ausência é responsável por enchentes, inundações, assoreamentos e erosões (FUNASA, 2016).

A macro drenagem é composta por recursos naturais e artificiais, vamos conhecê-los.

### 2.5.7.1 Galerias de grandes dimensões

As galerias de grandes dimensões são construídas de concreto e são responsáveis por receber e transportar as águas captadas pelos sistemas de drenagem primária, até os pontos de lançamento; são utilizadas em regiões muito urbanizadas, por conta das restrições oriundas do sistema viário e o pouco espaço disponível (FUNASA, 2016). Na **Figura 24** observamos uma galeria de grande porte.



**Figura 24:** Galeria de grande dimensão.  
**Fonte:** ED. PINI (2014).

### 2.5.7.2 Canais artificiais

Os canais artificiais nada mais são do que valas escavadas, que podem ser revestidas de materiais que possam lhes trazer sustentação, responsável por transportar água. A escolha da inclinação dos seus taludes, declividade longitudinal, depende de fatores, como o solo do local, a topografia do terreno e o tipo de escoamento (FUNASA, 2016). A **Figura 25** nos mostra um canal artificial revestido de concreto e outro sem nenhum revestimento.



**Figura 25:** Canais artificiais.  
**Fonte:** FUNASA (2016).

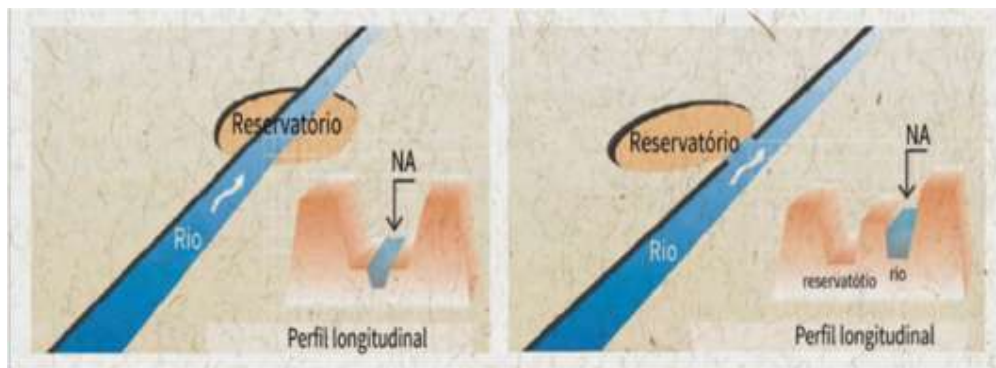
Além da construção de canais artificiais, também podem ser feitas modificações morfológicas em canais naturais, que consistem na limpeza dos mesmos, no aumento de suas dimensões, na alteração de seu percurso e outras atribuições.

### 2.5.7.3 Reservatórios de detenção

Os reservatórios de detenção, ou como são popularmente conhecidos, piscinão, são reservatórios fechados ou abertos, com a finalidade de regular a vazão de saída, diminuindo os efeitos da jusante da vazão de entrada. Esses reservatórios podem ser sem linha, in line, ou fora de linha, off line (FUNASA, 2016).

Os reservatórios em linha são construídos ao longo do curso fluvial, com a função de diminuir o tempo de escoamento e amortecer as vazões de pico, a água retida nos canais é devolvida aos rios, por meio da gravidade. Enquanto os reservatórios fora de linhas são construídos fora do curso dos canais fluviais, normalmente são construídos em cotas mais

baixas que as do canal fluvial, elas têm o papel de retirar o volume que excede, em relação à capacidade do canal. A devolução dessas águas armazenadas é feita por gravidade ou por meio de bombas (FUNASA, 2016). A **Figura 26** mostra um esquema com dois tipos de reservatórios de detenção.



**Figura 26:** Representação de reservatórios de detenção.  
**Fonte:** FUNASA (2016).

#### 2.5.7.4 Estruturas auxiliares de controle

Existem estruturas que possibilitam a realização do controle das águas pluviais. Na macrodrenagem, essas estruturas podem ser dissipadoras de energia, proteção contra erosões e assoreamentos, proteção de cortes e aterros, estações de bombeamento e outras demais estruturas. A **Figura 27** mostra uma dessas estruturas, uma bacia com dissipador de energia.



**Figura 27:** Representação de estruturas auxiliares de controle.  
**Fonte:** VALEC (2010).



## 2.5.8 Estimativas básicas para o planejamento de um sistema de drenagem

### 2.5.8.1 Estimativa de escoamento superficial

Existem diversos métodos possíveis para estimar os volumes associados ao escoamento superficial, um dos métodos mais usados é o racional, que foi originalmente desenvolvido para estimar vazões máximas de escoamento de pequenas bacias urbanas, onde se tem uma grande área impermeável, onde é considerado uma área impermeável grande, quando o coeficiente de escoamento se aproxima de 1 (FUNASA, 2016).

O fundamento básico desse método é que a vazão máxima é provocada por chuvas de intensidade uniforme e constante, acontece quando todas as partes da bacia contribuem ao mesmo tempo com o escoamento na secção do deságue. Esse método é recomendado para ser utilizado em bacias com área inferior ou igual a 2km<sup>2</sup> (TUCCI, 1995).

A fórmula desse método é representada a seguir, juntamente com o **Quadro 3** que fornece o coeficiente de Runoff.

$$Q_{max} = \frac{C * I_m * A}{360}$$

Onde:

$Q_{max}$  = vazão máxima de escoamento superficial (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>)

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional)

$I_m$  = intensidade máxima média de precipitação para uma duração igual ao tempo de concentração (mm.h<sup>-1</sup>)

A = área da bacia de drenagem (ha)

Zonas	Coefficientes (c)
Centrais, densamente construídas, com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
Adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
Residencial com poucas superfícies livres, com ruas pavimentadas	0,50 a 0,60
Residencial com muitas superfícies livres, com ruas pavimentadas	0,25 a 0,50
Periférica e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 a 0,25
Rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques, campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

**Quadro 3:** Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e cobertura do solo.

**Fonte:** TUCCI (1993).

### 2.5.8.2 Intensidade máxima média de precipitação

A intensidade máxima média de precipitação ( $i_m$ ) é calculada pela seguinte fórmula.

$$I_m = \frac{K * T^a}{(t + b)^c}$$

Onde:

T = período de retorno (anos)

t = duração da precipitação (min)

K, a, b e c = parâmetros de ajuste, relativos à estação pluviométrica estudada.

A duração da chuva avaliada deve ser igual ao tempo de concentração, de modo a considerar a intensidade da precipitação constante durante toda a sua duração (TUCCI, 1995).

### 2.5.8.3 Chuvas críticas e o período de retorno

As chuvas críticas de um projeto hidráulico de drenagem urbana são escolhidas conforme alguns aspectos que levam em conta a segurança da obra e os seus custos, incluindo os de manutenção. Quando se sabe a vida útil da obra e o risco máximo, calcula-se o tempo de retorno através da seguinte fórmula.

$$J = 1 - P$$

Onde:

P= a probabilidade de ocorrência em qualquer um dos anos estimados

J= a probabilidade de não ocorrência em qualquer um dos anos estimados

O tempo de retorno (TR) é estimado através da seguinte fórmula.

$$TR = \frac{1}{\left[1 - (K - 1)^{\frac{1}{n}}\right]}$$

Onde:

$K$  = é o risco assumido para obra a ser projetada

$n$  = vida útil da obra em anos

Para obras de microdrenagem, o período de retorno recomendado é de 5 a 10 anos, já para macrodrenagem é de 50 a 100 anos, tendo em vista que quanto maior o período de retorno, maior será o custo de implantação e manutenção da obra. Sabendo disso, deve-se buscar minimizar os custos da obra sem comprometer o seu funcionamento (FUNASA, 2016).

Quando não se tem conhecimento do período de retorno a ser utilizado em cálculo, pode-se direcionar pelo **Quadro 4**.

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Edifícios de serviços públicos	2-5
Microdrenagem	Aeroportos	5-10
Macrodrenagem	Áreas comerciais e residenciais	50-100
Macrodrenagem	Área de importância específica	500

**Quadro 4:** Período de retorno em função da ocupação da área.

Fonte: DAEE/CESTESB-SP.

#### 2.5.8.4 Tempo de concentração

A depender das variáveis disponíveis para os efeitos de cálculo, pode-se utilizar uma das seguintes fórmulas para se definir o tempo de concentração.

Fórmula de Kirpich

$$T_c = 57 * \left( \frac{L^3}{H^{0,385}} \right)$$

Onde:

$T_c$  = tempo de concentração (min)

$L$  = comprimento do curso d'água principal da bacia (km)

$H$  = diferença de nível entre o ponto mais remoto e a seção considerada (m)

Fórmula de Giandotti

$$T_c = 4 * \sqrt{A} + \frac{1,8L}{\sqrt[0,8]{H}}$$

Onde:

$T_c$  = tempo de concentração (min)

L = comprimento horizontal, desde a saída da bacia até seu ponto mais afastado (km)

H = diferença de cotas entre a saída da bacia e o ponto mais afastado (m)

Fórmula do método da onda cinemática

$$T_c = 6,92 * \left[ \frac{(L * n)^{0,6}}{(i_m^{0,4} * I^{0,3})^{0,6}} \right]$$

Onde:

$T_c$  = tempo de concentração (min)

L = comprimento da bacia (m)

I = declividade da superfície (mm-1)

n= coeficiente de rugosidade de Manning

$i_m$ = precipitação efetiva (mm h-1)

De maneira geral, todas as equações têm comportamentos similares desde que o L=10 Km, a partir disso, passa a divergir. O método cinemático é o mais correto em relação ao ponto de vista conceitual, por permitir considerar todas as características específicas do escoamento da bacia estudada. Por outro lado, é a mais complexa por exigir a divisão dos canais em trechos uniformes e a posterior característica hidráulica para aplicação da equação de Manning. Ademais, está para verificar o comportamento das águas em canais e tubulações, velocidade da água (FUNASA, 2016).

### 2.5.9 Importância do sistema de drenagem urbana

O sistema de drenagem urbana é de substancial importância para uma cidade, independentemente de seu tamanho. Ele é um instrumento indispensável no combate a

enchentes, inundações e alagamentos (TUCCI, 2012). O combate à drenagem por meio do sistema de microdrenagem e macrodrenagem vem contribuir positivamente para o crescimento de uma cidade, assim como para a sua economia, pois valoriza a região onde se está instalado, por garantir a não ocorrência de enchentes e alagamentos, e para a saúde, por diminuir o risco de contágio por doenças de veiculação hídrica e outros dados de benefícios sociais (TUCCI, 2012).

Tendo em vista a importância do sistema de drenagem, a sua ausência resulta em inúmeros problemas para a cidade, provenientes da sua ausência, pois além de favorecer a ocorrência de possíveis alagamentos e enchentes, resulta em prejuízos financeiros ao comércio, aos moradores, às indústrias e ao poder público, o qual, certamente, é o mais atingido, tanto por terem prejuízos físicos em alguns órgãos públicos, quanto por todo e qualquer prejuízo tido pela população, refletindo diretamente na economia da cidade, além dos impactos na saúde pública, que resulta em demanda de investimento nessa área (TUCCI, 2016).

Vale salientar também que ter um sistema de drenagem ineficiente se torna algo perigoso, por trazer a sensação de falsa segurança, pois quanto mais precisar dele, ele se mostrará ineficiente, seja por ser mal dimensionado, por ser muito antigo, ou ainda por não se ter manutenção, nem investimento em revitalização do mesmo, de forma adequada (TUCCI, 2012). A manutenção do sistema de drenagem é tão importante quanto à implantação do mesmo, pois através dele que se garante a eficiência e a segurança do mesmo (TUCCI, 2016).

### **3 METODOLOGIA**

Método de pesquisa é um conjunto de procedimentos utilizados para realizar pesquisas científicas, e concedem os possíveis acessos que devem ser tracejados pelo pesquisador, para recolher, alinhar e averiguar informações, de modo que consiga arquitetar resultados. Ao adotar o método conveniente a sua pesquisa, será possível trazer legitimidade aos seus resultados finais, assegurando que o atual conhecimento tenha base firme (WALLIMAN, 2015).

O trabalho discorrido, então, deu-se por uma pesquisa qualitativa, pois suas características encaixam-se nos seus padrões. De acordo com Sampieri, Collado e Lúcio (2013), o enfoque qualitativo está relacionado com os temas que foram investigados de forma rasa, ou que nem ao menos tenham sido explorados diante da sociedade, de forma específica. Neste estudo de caso, o tema abordado é um problema que foi pouco explorado e examinado pela sociedade e pelos responsáveis do setor.

Com fundamentos nessas referências, o presente estudo foi estruturado através de conhecimentos técnicos, que são relacionados e vinculados ao tema da pesquisa. Diante disso, é certo confirmar que todo o trabalho foi desenvolvido, principalmente, por embasamentos bibliográficos de livros, artigos, teses, legislações e pesquisa de campo.

Desta maneira, é justo afirmar que o processo da pesquisa qualitativa interliga todos os seus passos, fazendo com que ela seja breve e menor. Em consideração, a qualitativa escolhe o problema, elabora as perguntas, faz buscas organizadas, que possuam baseamento na literatura e contêm acesso visitante ao local pesquisado para coletar e avaliar dados informativos (FLICK, 2012).

#### **3.1 Pesquisa Bibliográfica**

O trabalho discorrido buscou apresentar e deliberar, perante caminhos preliminares, um cronograma que se baseou na lógica coerente de ferramentas norteadoras. Deste modo, afirma-se que toda a pesquisa teve como alicerce métodos investigativos e exploratórios, de relatos passados que se unem e estabelecem vínculos com o problemático destaque da pesquisa.

Com esta visão, foi fundada diversos fundamentos que, de tal forma, possibilitou a aceitação ou a rejeição da hipótese palestrada. Hipótese essa que mostra a transcendência de se adquirir o conhecimento das consequências negativas que a falta de drenagem causa em todo o mundo, com ângulo principal na região Nordeste do Brasil.

As análises e os apontamentos de cada tópico citado no referencial teórico foram produzidos, de forma geral, para melhor esclarecimento e entendimento, sendo educadamente apresentado com apoio nos materiais referenciados em cada parte que os distinguem.

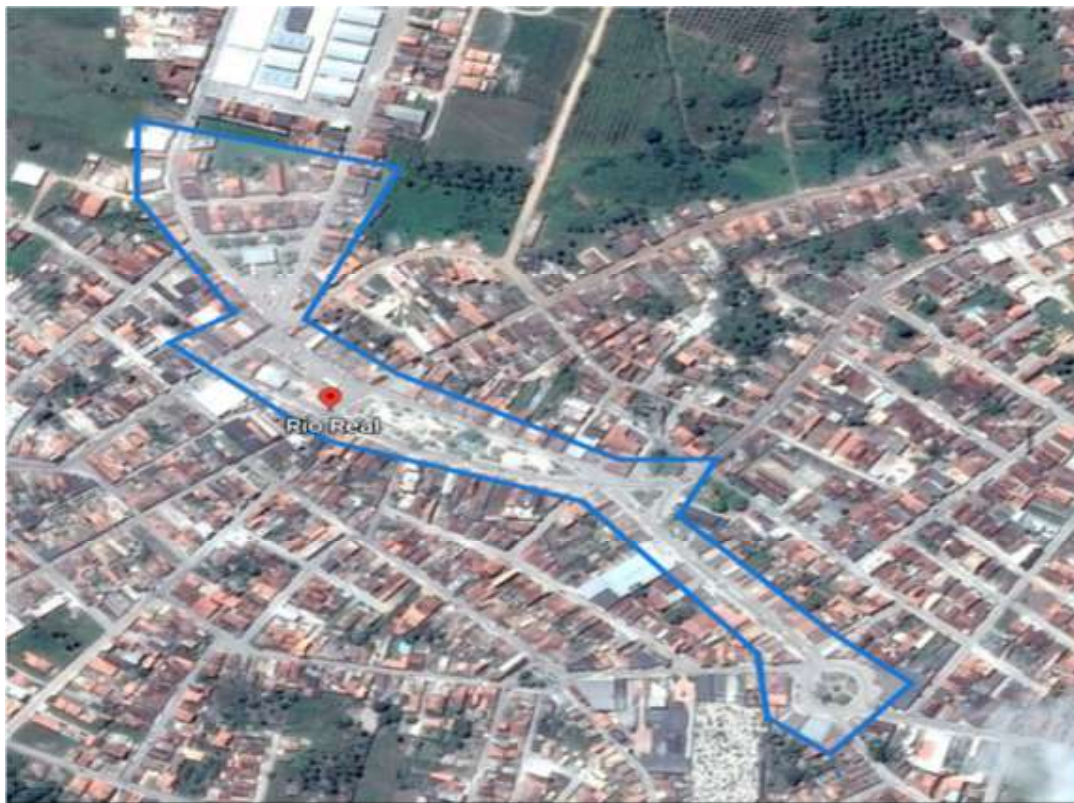
Os dados apresentados diante de todo o trabalho foram alcançados através de visitas a campo. Nas quais houve conversas, discussões sobre as possíveis soluções e as causas negativas que a falta do sistema traz para toda a população, resultando, assim, nas possíveis soluções e finalização da problemática dita em toda a pesquisa.

### 3.2 Estudo de Caso

No segundo momento da pesquisa, utilizou-se um estudo de caso, que buscou analisar o sistema de drenagem urbana da cidade de Rio Real, localizada no litoral norte da Bahia, e, ao mesmo tempo, analisar sua eficiência e as possíveis melhorias, como citadas no desenvolvimento teórico.

Rio Real é uma cidade com uma população atual de aproximadamente 41 mil habitantes, com uma extensão de 7739.775 km<sup>2</sup>, com sua economia voltada para a agricultura, principalmente a área da citricultura (IBGE, 2012).

Como objeto de estudo, foi delimitado uma área na região central da cidade, com uma área de 0,0680758 km<sup>2</sup> e um perímetro de 2.02 km, essa área é composta pela praça Célso Temístocles, a rua Célso Otávio Leite, praça da Bandeira, praça Senador Antônio Carlos Magalhães, travessa Tiradentes, travessa Duque de Caxias, praça José Martins dos Anjos, rua José Pociliano, travessa Geni e parte das ruas Rui Barbosa, Dr. Antônio Carlos Magalhães, Manuel Nolasco Sobrinho e avenida Mangabinha. A **Figura 28** mostra a área delimitada para o estudo de caso.



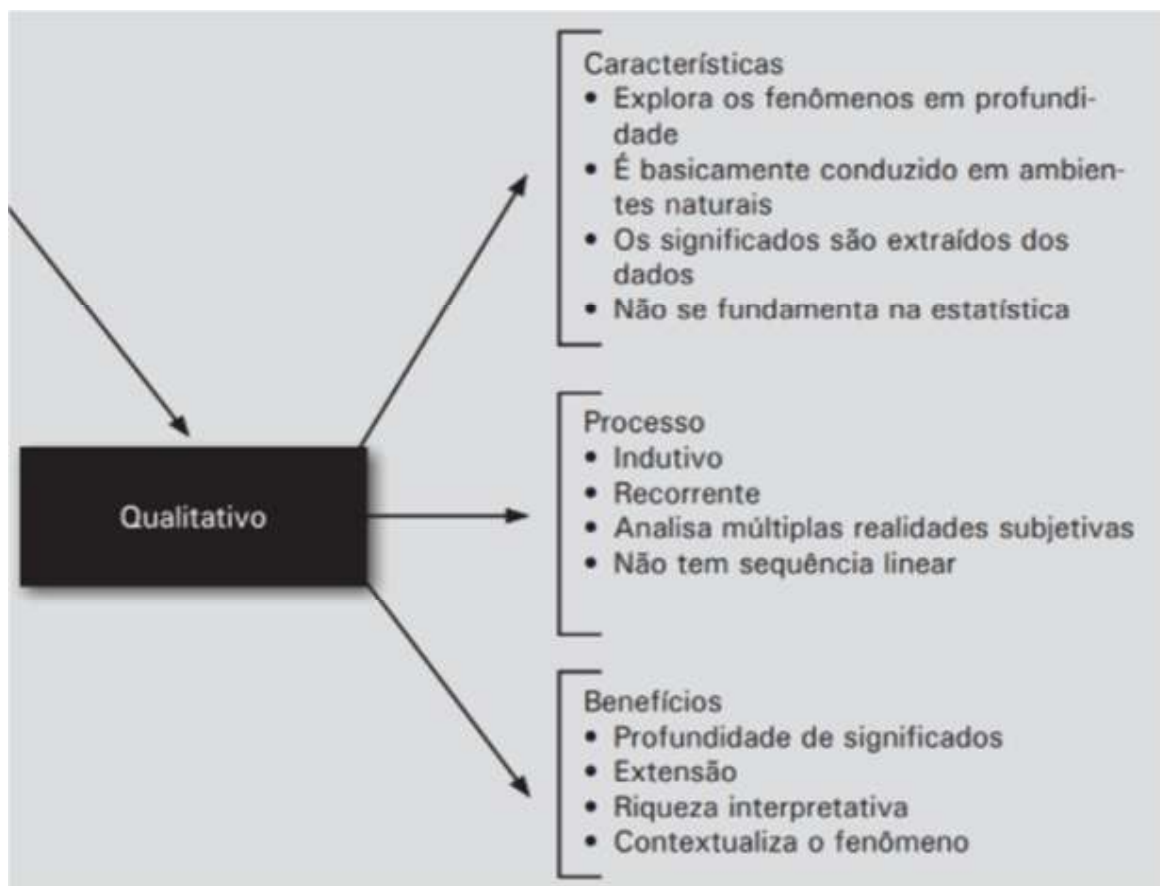
**Figura 28:** Área da cidade de Rio Real delimitada para o estudo de caso.  
**Fonte:** google Earth (2021).

Conforme Flick (2009), um dos pontos principais da pesquisa qualitativa é o contracionismo e o interesse pelas rotinas diárias e de produção da realidade social (**Figura 29**). Com base nessa percepção, para chegar aos resultados da pesquisa, é necessário levantar dados, desenvolver uma problemática e uma hipótese para o resultado final.

Diante disto, é validado um estudo de caso, uma vez que antes de todo o desenvolvimento, foi feita uma análise bibliográfica sobre o tema - A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: um estudo de caso na Cidade de Rio Real – Bahia.

À frente desse conceito metodológico, o tipo mais usado de dados qualitativos é usufruído em análises de textos, que podem ser um transcrito de pesquisas a campo, entrevistas, levantamento de documentos (GIBBS, 2009).





**Figura 29:** História do enfoque qualitativo.

**Fonte:** Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 29).

Os dados foram obtidos a partir de levantamento de documentos relacionados ao sistema de drenagem urbana da cidade, com posterior averiguação dos elementos da rede existente, como o de imagens para auxiliar, foram obtidas imagens do comportamento do sistema de drenagem durante o período de chuvas. Todo esse material ajudou a chegar aos resultados, a possíveis soluções e à conclusão das problemáticas citadas durante todo o trabalho.

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O referente capítulo tem o objetivo de expor os resultados e as discussões obtidos, fundamentados em dados adquiridos através deste trabalho de pesquisa.

Foi feito um levantamento do sistema de drenagem existente na cidade de Rio Real, no interior da Bahia, com ênfase na região central da cidade, pois esse é o cenário do estudo de caso a ser realizado. Esse levantamento foi feito através de uma visita à Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos, a SEMURB, onde foi solicitado os projetos de drenagem urbana de toda cidade.

Nesse momento, foi constatado, através do Departamento de Engenharia da Secretaria, que na cidade existia alguns pontos de captação de drenagem urbana, porém, segundo o departamento, são sistemas antigos, com aproximadamente 50 anos, em que não se sabia se estão ou não ativos e também não se sabe da existência dos projetos dos mesmos.

Questionou-se a existência do projeto de drenagem urbana na região central da cidade, mais especificamente nas proximidades da Praça Senador Antônio Carlos Magalhães, local do estudo de caso. Desse modo, foi apresentado a existência de um sistema de drenagem construído há aproximadamente 8 anos, em gestões anteriores. Assim, solicitou-se o projeto dessa rede de drenagem, e novamente foi constatado que o departamento desconhecia o projeto dessa rede. Só teria em mãos para apresentação o trajeto desta rede de drenagem, e foi disponibilizado, como é mostrando na **Figura 30**.





**Figura 31:** Traçado da rede de drenagem, com a dimensão e comprimento da mesma.  
**Fonte:** SEMURB (2021).

Quando essa rede foi construída, o revestimento da pista de rolagem das vias era feito de paralelepípedos, o que resultava na impermeabilização parcial do solo, pois ela permitia a infiltração na junção entre uma pedra e outra. Contudo, mesmo tendo uma parcela de infiltração no solo, o escoamento superficial ainda se mostrava alto, o que sobrecarregava facilmente o sistema durante fortes chuvas, ocasionando uma lâmina de água considerável e posteriores alagamentos nos pontos mais baixos, como mostra a **Figura 32**. Uma vez que, durante chuvas fortes em 2018, provocou o alagamento da região em que se encontra a rede de drenagem, nas partes abaixo dela e em muitos outros pontos da cidade.



**Figura 32:** Alagamento de 2018 na avenida Mangabinha.

**Fonte:** Acervo do autor (2021).

Nessa figura, nota-se que o volume de água está invadindo as calçadas e os comércios. Isso se deu pelo fato de o volume de água escoado ter sido superior à capacidade de absorção do sistema de drenagens. Mas esse problema de alagamento não se restringe só a esse ponto, as ruas Dr. Antônio Carlos Magalhães, Manuel Nolasco Sobrinho são ainda mais impactadas, já que ficam a jusante da avenida Mangabinha, em um nível mais baixo e ainda recebe a contribuição das ruas em níveis mais altos, que se depositam no riacho que corta essas duas ruas.

No ponto em que esse riacho corta as duas ruas citadas acima, são áreas comerciais de grande importância econômica para a cidade, porém, a estrutura nesse ponto que capta a água que escorre superficialmente, já que nesse ponto não se tem um sistema de drenagem, é bem antigo, defasado e em péssimo estado de conservação, como mostram as **Figuras 33 e 34**. O que resulta em alagamentos, todas as vezes que há chuvas mais fortes, o que além de gerar muitos transtornos, causam muitos prejuízos financeiros e sociais para a população.



**Figura 33:** Ponto de captação que escoam superficialmente para o Riacho do Arroz, na rua Dr. Antônio Carlos Magalhães.

**Fonte:** Acervo do autor (2021).



**Figura 34:** Ponto de captação que escoam superficialmente para o Riacho do Arroz na rua Dr. Antônio Carlos Magalhães.

**Fonte:** Acervo do autor (2021).

O sistema é bem antigo e se encontra em um estado bem precário de conservação, provocando um perigo para a população que transita por esse ponto, já que essa é uma região central. É possível notar que muitas construções invadiram as áreas da margem do riacho, deixando livre somente um pequeno leito para escoar suas águas e a que recebe oriundas do escoamento superficial durante o período de chuva. Na **Figura 35**, é possível observar a camada que reveste grande parte da pista de rolagem das vias da cidade, assim como também se tem uma vista mais ampla dessa estrutura que recebe as águas da chuva.



**Figura 35:** Vista ampla da rua Dr. Antônio Carlos Magalhães, na proximidade de intercessão do Riacho do arroz.  
**Fonte:** Acervo do autor (2021).

O problema com o alto volume de escoamento e os posteriores alagamentos foram aumentados potencialmente, pois as ruas que são alvo desse estudo receberam uma cobertura de um revestimento asfáltico, o que resultou na impermeabilização total das vias, tendo como consequência o aumento no volume do escoamento superficial nas ruas durante as chuvas, e ao mesmo tempo não havendo a implantação de um novo sistema de drenagem eficiente, nem tão pouco a expansão ou a melhoria da rede existente, o que conseqüentemente resulta no sobrecarregamento do sistema de drenagem, que, por sua vez, ocasiona alagamentos nas partes mais baixas da cidade, em especial na região das ruas Dr. Antônio Carlos Magalhães, Manuel Nolasco Sobrinho, onde se encontra o Riacho do arroz.

Na **Figura 36** observa-se como uma chuva leve resulta em um volume significativo de escoamento superficial, com uma lâmina de água de aproximadamente 10 cm de altura, na rua Dr. Antônio Carlos Magalhães e na Manuel Nolasco Sobrinho, o que pode ser configurado como um pequeno alagamento.



**Figura 36:** Pequeno alagamento da rua Dr. Antônio Carlos Magalhães.  
**Fonte:** Acervo do autor (2021).

É possível observar como uma pequena chuva já resulta em alagamentos, isso se dá por conta de o sistema de drenagem da cidade ser ineficiente. Segundo Tucci (2012), um sistema de drenagem ineficiente é tão perigoso quanto a não existência do mesmo, pois ele gera uma falsa sensação de segurança em relação à captação das águas pluviais, o que gera prejuízos financeiros, sociais e principalmente para a saúde da população.

Fica evidente a necessidade de uma intervenção para realizar uma ampliação e uma modernização do sistema existente, assim como a construção de um sistema que possa abranger toda a cidade, uma vez que no sistema existente só se tem galerias, e algumas poucas bocas de lobo e o escoamento é totalmente feito superficialmente, pois é observado a ausência do restante dos componentes de microdrenagem, o que mostra a carência desse sistema existente e justifica sua ineficiência.

Com tudo o que foi visto e discutido no referencial teórico, vimos o quanto um sistema de drenagem é fundamental para uma cidade, seu crescimento e para a melhora na qualidade de vida e saúde de sua população, assim também como vimos que se trata de um direito de todos os cidadãos brasileiros, pois está registrado em lei. Vimos o quanto a sua ineficiência afeta no desenvolvimento de uma cidade e na qualidade de vida dos cidadãos.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão teve o propósito de discutir a importância do sistema de drenagem, assim como analisar a eficiência do sistema de drenagem da cidade de Rio Real, na Bahia, mostrando a estrutura existente na cidade que desempenha essa função.

Ao analisar constantes evoluções da humanidade e do processo de urbanização, vimos que, conseqüentemente, de mesmo modo, fez com que a engenharia e as suas tecnologias, técnicas e métodos, tivessem uma evolução extraordinária. Com toda essa evolução, que mostrou a necessidade e a preocupação com o saneamento básico, o que resultou em legislação e técnicas modernas para garantir o abastecimento e o tratamento de água potável, a coleta e o tratamento de esgotos, coleta e disposição de resíduos sólidos, como também a captação e a disposição das águas pluviais.

Durante toda a pesquisa, com análise de artigos, livros, leis e outros documentos, ficou evidenciado o crescente processo de urbanização. Desta forma, a necessidade e a importância de um sistema de drenagem para a cidade e para o seu posterior crescimento e prosperidade da mesma, assim como para a sua população, por gerar segurança, maior qualidade de vida, ajudar na diminuição da propagação de doenças por vinculação hídrica, resultando na valorização de áreas e imóveis, como também livrando-se de transtornos, evitando futuros alagamentos e posteriores inundações.

Como todas as cidades de grande, médio e pequeno porte necessitam de um sistema de drenagem urbana, na cidade de Rio Real-BA essa necessidade não seria diferente, posterior à análise constatou a situação em que se encontra o sistema existente na cidade. Do mesmo modo, que foi avaliado a sua eficiência constatou-se os impactos que sua ineficiência gera para a população.

Concluir que a cidade de Rio Real-BA é carente do sistema de drenagem de qualidade, e que opere com eficiência sem trazer transtornos à população, nem tampouco prejuízos, como alagamentos. Ademais, ficou evidente que o sistema quase não existe na cidade e o pouco que existe atua de maneira ineficiente, resultando em alagamentos que trazem prejuízos financeiros e ao bem estar da população, visto que o pequeno trecho que existe no sistema se torna ineficiente, por não ter toda a estrutura necessária de microdrenagem. O mesmo efetua todo o direcionamento das águas pluviais, de maneira superficial, até que cheguem próximo às galerias para serem coletadas, o que inviabiliza sua eficiência.

É notório que se faz necessário a implantação de sistema de drenagem, que cubra toda a extensão da cidade, implantando estruturas de microdrenagem que vão captar e conduzir as águas pluviais, ao mesmo tempo que utiliza e melhora estruturas naturais de macrodrenagem existentes na cidade, como os riachos, para receber as águas captadas através da microdrenagem. A rede existente de microdrenagem deve ser melhorada e incorporada ao novo sistema para operar com eficiência e assim consiga reduzir a ocorrência de alagamentos durante fortes chuvas, tendo em vista um impacto positivo na qualidade de vida da população, como também no crescimento e na valorização da cidade.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Rafael Medeiros de; FERREIRA, João Alberto. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Rede-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 6, n. 1, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. 2. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 2011.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Manual de drenagem urbana**. Brasília: ANA, 2002.
- BRASIL. **Lei nº 10.257**, de 10 de outubro de 2002. Estatuto das Cidades. Brasília: [s.n.], 2002.
- BRASIL. **Lei nº 10.406**, de 10 de janeiro de 2002. Sistemas de águas pluviais, prediais e urbanos. Brasília: [s.n.], 2002.
- BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Brasília: [s.n.], 2007.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 10 de agosto 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010.
- CHRISTOFIDIS, Demetrios; ASSUMPCÃO, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes; KLIGERMAN, Débora Cynamon. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 94-108, 2020.
- DAVIS, Mackenzie L; MASTEN, Susan J. **Princípios de Engenharia Ambiental**. 3ª Edição. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2016.
- FERREIRA FILHO, Sidney Seckler Ferreira. **Tratamento de água: concepção, projeto e operação de estações de tratamento**. Rio de Janeiro: GEN. Publicado pelo selo LTC, 2020.
- FLORENÇANO, José Carlos Simões; DE ASSIS COELHO, Francisco. O Abastecimento de Água e seus Reflexos na Saúde da População. **CONSTRUINDO**, 2014.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa**. 3ª edição. Porto Alegre: Penso, 2012.
- FUNASA (Fundação Nacional de Saúde). **Caderno Temático: Drenagem e Manejo Das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília: [s.n.], 2016.
- GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HÖLTZ, Fabiano da Costa. **Uso de concreto permeável na drenagem urbana**: Análise da viabilidade técnica e do impacto ambiental. 2011. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HOWE, J. Kerry *et al.* **Princípios de tratamento de água**. São Paulo: Cengage, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBRAHIN, Francini Imene Dias; IBRAHIN, Fábio José; CANTUÁRIA, Eliane Ramos. **Análise ambiental**: gerenciamento de resíduos e tratamentos de efluentes. 1ª edição. São Paulo: Érica, 2015.

JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, José Valverde. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

KLEIN, H. S. Migração internacional na história das Américas. In: FAUSTO, Boris (org.). **Fazer a América**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), 2000.

KURODA, Ristopher Yuity. **Análise Do Sistema De Drenagem Urbana**: na região do parque de exposições Francisco Feio Ribeiro, Maringá-PR. 2015. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento De Engenharia Civil. Universidade Estadual De Maringá, Maringá.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

MOREIRA, Terezinha. **Saneamento básico**: desafios e oportunidades. [S.l. : s.n.], 1996.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. [S.l.]: Editora Blucher, 2003.

PINTO, N. L. de S; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia básica**. São Paulo: Editora Blücher, 2011. 278p.

PIVELI, Roque Passos. **Tratamento de esgotos sanitários**. Brasil: [s.n.], 2004.

ROCHA, Aristides Almeida. **Histórias do saneamento**. 1ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2018.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María Del Pilar. **Metodologia de pesquisa**. 5ª edição. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, J.W.; BARROSO, R.M.B. **Manual de monografia da AGES**: graduação e pós-graduação. Paripiranga: AGES, 2019.

SILVA, B. L. A.; OLIVEIRA, I. C. A.; BUENO, L. L. N.; SILVA, T. P. D.; RODRIGUES, J. C. S.; AMARANTE, M. S. Conjunto de drenagem urbana nas cidades e sua importância na redução de inundações e enchentes. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 2, p. 205-227, 2019.

TONETO JÚNIOR, Rudinei; SAIANI, Carlos César Santejo; DOURADO, Juscelino. **Resíduos sólidos no Brasil: oportunidades e desafios da lei federal nº 12.305 (lei de resíduos sólidos)**. São Paulo: Editora Manole, 2014.

TRATA BRASIL, Instituto. **Manual do Saneamento Básico: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. [S.l. : s.n.], 2012.

TRATA BRASIL, Instituto. **RANKING DO SANEAMENTO 2018**. [S.l. : s.n.], 2018.

TUCCI, Carlos. E. M. Gestão da Drenagem urbana. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, vol. 10, 54p, Brasileira; 2012.

TUCCI, Carlos. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 1º, 23p, RS; 2009.

TUCCI, C. E. M.; Gestão integrada das águas urbanas. **Revista de gestão de águas da América Latina – REGA**, vol. 5, n. 2, jul/dez. Porto Alegre, 2008. 71-81 p.

TUCCI, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. (org.) In: **Drenagem urbana: Coleção ABRH de Recursos Hídricos**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1995.

TUCCI, Carlos EM. Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 13, n. 1, p. 29-42, 2016.

VILLANUEVA, A. O.; TASSI, R.; ALLASIA, D. G.; BENFICA, D.; TUCCI, C. Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. **REGA**, vol. 8, 14p, 2011.

WALLIMAN, Nicholas. **Métodos de pesquisa**. 1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.

	Nascimento, Gabriel Oliveira, 1998
	A importância do sistema de drenagem urbana: um estudo de caso na cidade de rio real – Bahia / Gabriel Oliveira do Nascimento. Paripiranga, 2021.
	69 f.: il.
	Orientador: Prof. Me. Bruno Almeida Souza
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário AGES, Paripiranga, 2021.
	1. Cidade de Rio Real – Bahia. 2. A importância do sistema de drenagem urbana. I. cidade de Rio Real – Bahia. II. A importância do sistema de drenagem urbana. Centro Universitário AGES.