

A falta de drenagem urbana nas cidades brasileiras

The lack of urban drainage in brazilian cities

La falta de drenaje urbano en las ciudades brasileñas

Recebido: 26/04/2022 | Revisado: 04/05/2022 | Aceito: 06/05/2022 | Publicado: 10/05/2022

Nathalia Moreira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4393-7250>
Universidade de Gurupi, Brasil
E-mail: nathalya_moreirarodrigues@hotmail.com

Carlos Eduardo Ferreira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3822-3248>
Universidade de Gurupi, Brasil
E-mail: carlosetuardo178.ce@gmail.com

Camila Ribeiro Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9417-376X>
Universidade de Gurupi, Brasil
E-mail: camilaribeiro@unirg.edu.br

Resumo

A drenagem é um recurso essencial para as populações urbanas, pois é o principal meio de escoamento de águas pluviais. Este sistema deve ser elaborado, pois, sua ausência ou ineficiência pode causar problemas sociais como enchentes, enxurradas, aumento da transmissão de patologias, perdas materiais e mortes. A gestão dessa drenagem na maioria dos municípios brasileiros ainda não recebe a devida importância pelos gestores, pois não há um planejamento específico para o setor. Observam-se iniciativas isoladas de algumas cidades para promover a regulamentação da drenagem urbana em relação às regulamentações de uso e ocupação do solo. Com a demanda gradativamente mais acentuada pelos efeitos da urbanização, é necessário avaliar se os métodos de dimensionamento e os dados usados para a rede de escoamento, são compatíveis com a necessidade atual das cidades. O objetivo deste trabalho é informar possíveis soluções para os problemas relacionados a drenagem urbana, visto que a população está sujeita a diversos transtornos, que interferem sobretudo em sua segurança e qualidade de vida.

Palavras-chave: Drenagem urbana; Alagamentos; Saneamento; Ensino.

Abstract

Drainage is an essential resource for urban populations, as it is the main means of draining rainwater. This system must be elaborated, because its absence or inefficiency can cause social problems such as floods, floods, increased transmission of pathologies, material losses and deaths. The management of this drainage in most Brazilian municipalities still does not receive due importance by managers, as there is no specific planning for the sector. There are isolated initiatives in some cities to promote the regulation of urban drainage in relation to regulations on land use and occupation. With the demand gradually more accentuated by the effects of urbanization, it is necessary to assess whether the sizing methods and data used for the drainage network are compatible with the current needs of cities. The objective of this work is to inform possible solutions to the problems related to urban drainage, since the population is subject to several disorders, which mainly interfere in their safety and quality of life.

Keywords: Urban drainage; Flooding; Sanitation; Teaching.

Resumen

El drenaje es un recurso esencial para las poblaciones urbanas, ya que es el principal medio para drenar el agua de lluvia. Este sistema debe ser elaborado, porque su ausencia o ineficiencia puede ocasionar problemas sociales como crecidas, inundaciones, aumento de transmisión de patologías, pérdidas materiales y muertes. La gestión de este drenaje en la mayoría de los municipios brasileños aún no recibe la debida importancia por parte de los gestores, ya que no existe una planificación específica para el sector. Existen iniciativas aisladas en algunas ciudades para promover la regulación del drenaje urbano en relación con las normas sobre uso y ocupación del suelo. Con la demanda cada vez más acentuada por los efectos de la urbanización, es necesario evaluar si los métodos de dimensionamiento y los datos utilizados para la red de drenaje son compatibles con las necesidades actuales de las ciudades. El objetivo de este trabajo es informar posibles soluciones a los problemas relacionados con el drenaje urbano, ya que la población está sujeta a diversos trastornos, que interfieren principalmente en su seguridad y calidad de vida.

Palabras clave: Drenaje urbano; Inundación; Saneamiento; Enseñanza.

1. Introdução

Entre os serviços relacionados ao saneamento básico, que possuem como objetivo primário assegurar um conforto aos humanos, um dos mais importantes é o escoamento, segundo consta no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2019).

Além do Plansab (2019), a própria Constituição Federal (1988), já assegura aos brasileiros a garantia de saneamento básico, visto que tal saneamento é um dos indicadores de cumprimento do direito à saúde, o que implica garantia de serviços que garantam o escoamento urbano. O não escoamento ideal das águas da chuva pode acarretar problemas variados, como o aparecimento de doenças, a perda de habitabilidade e a perda de recursos financeiros.

Uma das razões pelas quais o saneamento básico - principalmente a drenagem urbana - não é rigorosamente aplicado é o crescimento desordenado dos centros urbanos que vem ocorrendo desde a década de 1960, somado a necessidade de planejamento, seguido pela ocupação errática decorrente do próprio crescimento urbano, como apontam Souza e Romualdo (2009).em função do aumento do volume e da elevada velocidade de escoamento superficial como apontam Cuo et al. (2009). Esses fatores em conjunto aumentam a frequência de alagamentos e cheias. Para Tucci (1997), nos primórdios dos estudos de drenagem das cidades, relacionando-a com as enchentes, o referido autor apresenta dados que levam a crer que a drenagem urbana não se limita a aspectos meramente restritos à Engenharia, pois também refere-se ao conjunto de medidas que visam à minimização dos riscos e prejuízos decorrentes de inundações, aos quais a sociedade está sujeita.

Dentro da realidade de crescimento populacional foram desenvolvidos novos métodos e técnicas capazes de mitigar os efeitos de enchentes na área urbana. Conforme citam Paula et al., (2017), a tendência é utilizar medidas que minimizem a intensidade de água escoado superficialmente.

Sendo assim neste trabalho iremos abordar os impactos decorrentes da falta de uma rede de drenagem nas diversas cidades brasileiras.

2. Metodologia

Para obter o objetivo deste trabalho optou-se por uma revisão literária narrativa que possibilita sintetizar o conhecimento sobre uma determinada temática, promovendo o aprofundamento dos conhecimentos e levando ao pensamento crítico, pontos relevantes, com base nos pontos de vista teóricos ou contextuais (Rampazzo, 2011). Com a pesquisa utilizou-se referências abordadas em livros, artigos científicos, revistas e com intuito de coleta da amostra, foi utilizado o banco de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico, utilizando a palavra-chave: Drenagem urbana.

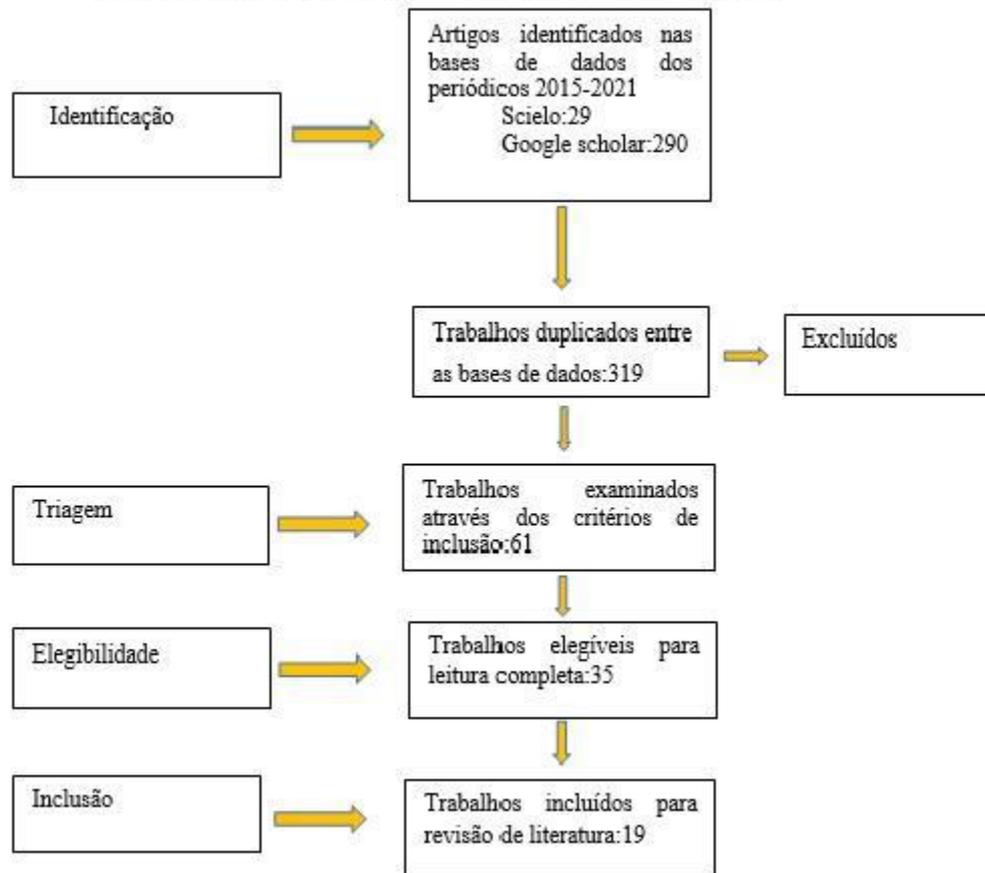
Como critérios de inclusão, definiu-se que os estudos deveriam encontrar-se nos idiomas português, inglês ou espanhol e tratar sobre drenagem urbana. Como critérios de exclusão, estabeleceu-se que os trabalhos sem a metodologia concreta seriam excluídos, assim como estudos sem acesso gratuito. Não foi estabelecido um recorte temporal para a pesquisa.

Diante disso, a proposta do trabalho e os métodos servem para fornecer informações, conhecer e buscar técnicas que visem compreender algumas medidas para realização de drenagem urbana em cidades não projetadas, melhorando a saúde em geral e a convivência da sociedade.

3. Resultados e Discussão

A seleção dos artigos para a elaboração do estudo iniciou-se pela remoção de 319 artigos duplicados presentes em mais de uma base de dados. Após esta etapa realizou-se uma leitura e análise dos títulos, resumos e os descritores de 61 artigos, nos quais, 26 artigos foram excluídos e 35 artigos foram considerados elegíveis para a leitura na íntegra dos estudos, onde foram excluídos 16 artigos.

Figura 1- Fluxograma da escolha dos artigos para Revisão de Literatura.



Fonte: Autores

De modo geral, nos artigos pesquisados, ficou claro que é de extrema importância fazer uma reflexão que possa ajudar nas discussões sobre o tema drenagem urbana.

Portanto, no Quadro 1 estão as informações dos artigos selecionados nesta revisão de literatura da seguinte forma: autores e ano; título; base de dados; e objetivos.

Quadro 1 - Artigos escolhidos para a Revisão da Literatura.

Autores	Títulos	Bases de dados	Objetivos
Aires et.al., (2018)	Degradação do asfalto causado por drenagem urbana ineficiente	Ceres: Associação Educativa Evangélica	Avaliar o sistema de drenagem urbana como uma ferramenta que muitas vezes vem sendo negligenciado ou mal planejado durante o processo de ocupação urbana o que, somado com outros fatores, traz transtornos como enchentes, inundações, degradação da malha viária entre outros prejuízos a população e a estrutura urbana.
Almeida et.al (2017)	Hidrologia e Drenagem	Editora e Distribuidora.	Apresentar soluções de problemas relacionados ao manejo de recursos hídricos, bem como para a elaboração de pequenos projetos que visem a utilização e o controle das águas naturais.
Andrade et al., (2017)	Diagnóstico do sistema de macrodrenagem do Igarapé do Tucunduba pertencente à bacia do Tucunduba, Belém/PA	Fenasan	Diagnosticar o sistema de drenagem urbana e saneamento básico.
Bezerra et al.,(2016)	Drenagem urbana de água pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN	Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB, 7. Aanaís	Analisar o sistema de drenagem urbana das águas pluviais da cidade demonstrando suas consequências sociais, econômicas e ambientais.

Brasil (2007)	Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007	Casa civil	Estabelecer diretrizes nacionais para o saneamento básico.
Caldeira et., al (2020)	Drenagem urbana: uma revisão de literatura.	Engineering Sciences, 8(2), 1-9.	Solucionar problemas, através da utilização da drenagem urbana de maneira satisfatória para drenar as águas pluviais.
Cuo et al., (2009)	Efeitos de um século de cobertura da terra e mudanças climáticas na hidrologia da bacia de Puget Sound	Processos Hidrológicos: Um Jornal Internacional, 23 (6), 907-933	Avaliar os impactos das mudanças climáticas futuras na vazão média sazonal e no balanço hídrico mensal em uma pequena bacia hidrográfica.
Dos Santos et al.,(2013)	Automação em drenagem pluvial e controle de enchentes: aproveitamento das águas nos grandes centros urbanos.	Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, 9(2).	Apresentar a importância da automação nos sistemas de drenagem pluvial e controle de enchentes nos grandes centros urbanos, visando mitigar os problemas decorrentes de inundações em áreas com escoamento natural limitado.
Freitas, et al., (2012)	Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação	Ciência & Saúde Coletiva, 17, 1601-1616.	Apresentar causa, consequências e respostas para prevenção de enchentes e saúde pública.
Gauzin-Müller, D. (2002)	Sustainable architecture and urbanism: concepts, technologies, examples	Springer Science & Business Media	Analisar a sustentabilidade da arquitetura e urbanismo através do uso de tecnologia inteligente, métodos de construção inovadores, materiais ecologicamente corretos e uso de recursos energéticos ecologicamente corretos.
Licco, et al., (2015)	Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança	Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística, 5(3), 159-174.	Averiguar os aspectos técnicos, sócio econômicos e de governança das enchentes, alagamentos e inundações.
Otoni, et al., (2018)	Drenagem urbana: soluções alternativas sustentáveis.	Tupã: Associação Amigos da Natureza.	Pesquisar soluções para drenagem urbana.
Soares, et al., (2011)	Universalização socializada–índice redutor de tarifa	XV Exposição de Experiências Municipais em Saneamento	Relatar experiências sobre saneamento básico.
Paula, et al., (2017)	Execução de obras de drenagem pluvial: princípios empregados na construção de redes de drenagem urbana	Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, 3(2).	Exemplificar a execução de obras de drenagem pluvial, na construção de drenagem urbana.
Tucci, C. E. (2007)	Inundações urbanas	Porto Alegre: ABRH/Rhama, 11	Estudar sobre as Inundações urbanas.
TUCCI, C. E. (2016)	Regulamentação da drenagem urbana no Brasil.	Revista de Gestão de Água da América Latina, 13(1), 29-42.	Certificar sobre a regulamentação de drenagens urbanas no Brasil.
Tucci, C. E. (2009)	10.1 Gestão integrada das águas urbanas: águas pluviais	Lei Nacional de Saneamento Básico, 323.	Averiguar a gestão das águas urbanas.
VALENTE, O. F. (2009)	Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos	Minha Cidade, São Paulo, ano, 10.	Analisar sobre as inundações e os alagamentos nas cidades.
World Health Organization. (2010)	Urban planning essential for public health	Geneva: Author http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/en/index.html .	Estudar o planejamento urbano como sendo um fato essencial para a saúde pública.

Fonte: Autores.

3.1 Saneamento básico

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2018), é a gestão ou gerenciamento de fatores físicos que podem prejudicar o bem estar físico, mental e social das pessoas. No que refere-se ao Brasil, a principal Lei que apresenta dados relativos ao assunto é a Lei de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), alterada pela Lei n. 14.026/2020, pois fornece conceitos e princípios importantes dos serviços de saneamento. Em relação ao escoamento e ao manuseio das águas nas cidades, essa Lei cita que: são constituídos por práticas, pela infraestrutura e conseguinte instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, retenção para amortecer o impacto de elevadas vazões, tratamento e disposição final das águas drenadas (Brasil, 2007).

Ainda em décadas anteriores, como já apontava Gauzin-Müller e Favet (2002), os serviços relacionados as águas residuais já começavam a estar intimamente ligados às questões ambientais, isso porque, segundo os autores, a rede de esgoto também refere-se a viabilizar estratégias de paisagem urbana estruturada, de forma a reduzir os índices poluidores das sb-bacias. Portanto, os autores explicam que um sistema de drenagem adequado, para as circunstâncias atuais de elevado índice populacional nas grandes cidades, refere-se a métodos de drenagem com um aporte para que a água fique mais tempo retida, possibilitando a infiltração no solo, a evaporação ou a redução da vazão de escoamento.

Corroborando com Gauzin-Müller e Favet (2002), Tucci (2009), em que indica que realmente os sistemas relacionados ao saneamento básico devem ser sustentáveis – sobretudo o de drenagem urbana. Ainda para Tucci (2009), a magnitude da sustentabilidade, frente à questão, é ampliar medidas estruturais relacionadas às obras de engenharia, bem como também aplicar medidas não estruturais, como às que envolvem o mapeamento de áreas de risco, propiciando uma conscientização para a redução de calamidades.

Ainda segundo Tucci (2009), uma outra medida que poderia ser eficaz para mitigar problemas seria a criação de um plano de águas das chuvas em cada cidade, evitando, assim, desastres de cunho ambiental. Dessa maneira, quando o sistema de escoamento é adequado, pode-se evitar muitos danos, como: enchentes, enxurradas e deslizamentos, obstaculizando, assim, que resíduos e dejetos sejam depositados nos recursos hídricos, e conseqüentemente, haja preservação dos mananciais de água.

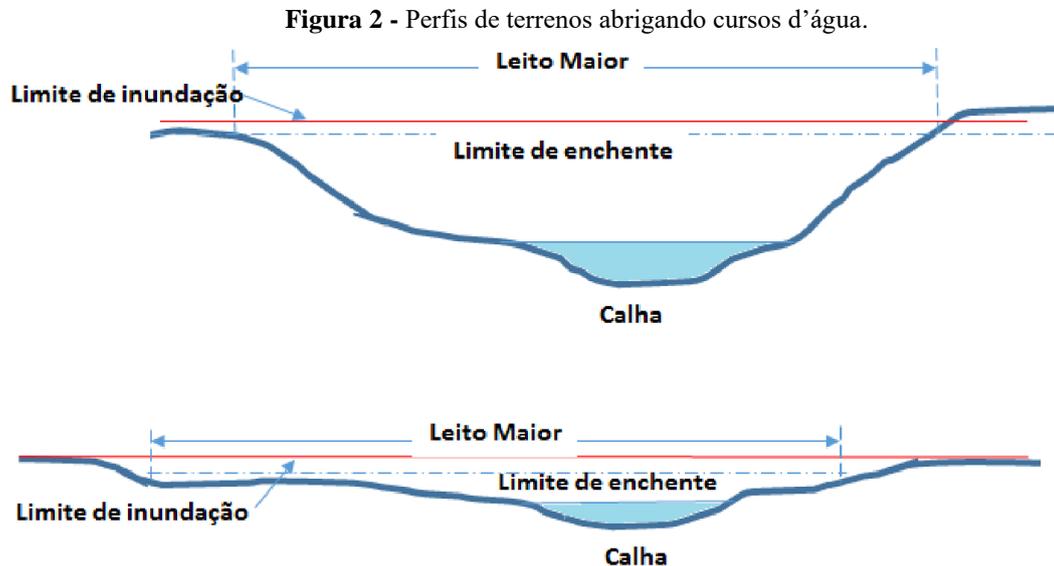
Nesse sentido, diante do exposto, corrobora Linard (2017) ao citar que um plano diretor de Drenagem – específico – não visa apenas reduzir os problemas econômicos causados por vazões de grande escala, mas também apresenta vantagens ambientais, ao mitigar os reais impactos associados à ineficácia de saneamento básico e, mais especificamente, a deficiência de drenagem urbana.

3.2 Enchentes e inundações no meio urbano

Do ponto de vista histórico, principalmente representado na paleontologia, conforme apontam Soares et al. (2011), as primeiras vilas e municípios se desenvolveram às margens dos rios – sendo o fator primário, que culminou nessa escolha, o fácil transporte de água. Todavia, como apontam os autores, essa vantagem carregou algumas desvantagens. Uma das desvantagens é a que morar perto de rios acarreta em inundações em certo período do ano, além do que a crescente urbanização agravou essa situação, conforme apontado pelos autores. Logo, a inexistência de planejamento do uso de solos e a má ocupação deles prejudica a situação.

Licco e Dowell (2015) corroboram com Soares et al. (2015) apresentando dados relativos a inundações, enchentes e alagamentos, quase que unanimemente, que ocorrem em períodos chuvosos. O argumento dos referidos autores colabora, por sua vez, com Tucci (2009) e Linard (2017), apresentando propostas que culminariam em planos específicos rígidos e que seriam fiscalizados por setores competentes, de modo a mitigar os impactos referentes a demanda de escoamento adequado, como perdas materiais, humanas e ambientais.

Os fenômenos hidrológicos geralmente não são conhecidos em sua totalidade, conforme aponta Valente (2009). A seguir, a Figura 2 apresenta a descrição sintética desses fenômenos utilizando um exemplo que relaciona perfis típicos de regiões montanhosas e de regiões planas.



Fonte: Adaptado de Valente (2009).

Para Valente (2009), extrapolando a Figura 2, enchentes possuem origem de enxurradas formadas na própria área urbana, ocorridas nas áreas rurais a montante, além da junção destas duas situações. Ainda para o autor, alagamentos são depósitos de água formados pelas enxurradas, que são escoamentos não tão efetivos causados por chuvas intensas em áreas parcialmente ou totalmente impermeabilizadas.

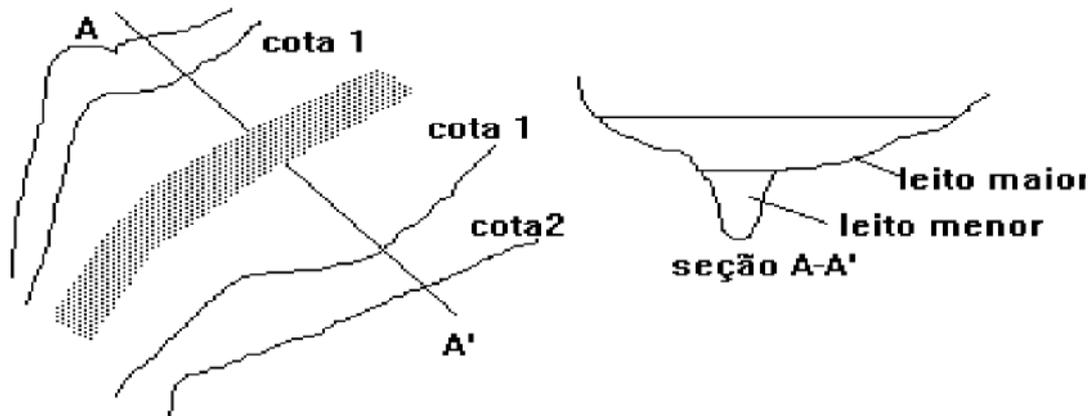
Para minimizar e até mesmo resolver as dificuldades relativo a enchentes, é fundamental que o método de escoamento seja bem dimensionado, fato esse que deve-se à profissão de Engenheiros Civis e a profissões afins.

Para Santos e Mamede (2013), os métodos de coleta de esgoto são compostos basicamente de sistemas de canais em redes primárias urbanas e canais e corpos d'água naturais. Ambos os sistemas são distintos e projetados com critérios específicos. Microdrenagem são, basicamente, os guias, os pavimentos das ruas, as sarjetas, as bocas de lobo, os canais de pequenas dimensões e as galerias de águas das chuvas. Caso realizado o posicionamento de forma adequada, esse sistema elimina, praticamente, os alagamentos nas cidades e possui um tempo de regressão de até 10 anos. O sistema de macrodrenagem, por sua vez, é constituído por estruturas maiores, de modo a suportar períodos de cheias de até 100 anos.

A dificuldade de enchentes nas cidades, como aponta Tucci (2007), possui basicamente dois fatores, sendo o primeiro deles as enchentes em áreas ribeirinhas (ou seja, muito próximas de rios e riachos) que atingem a população ocupante de leitos de rios, tendo em vista que habitam essas regiões em virtude da escassez de planejamento urbano. Já o segundo fator é quanto ao uso do solo, principalmente, pela ocupação inadequada do espaço urbano.

Quando o rio ocupa o seu leito maior com as chuvas extensas, em média com tempo de retorno superior a dois anos, ocorrem as enchentes. Geralmente essas enchentes ocorrem em bacias grandes (> 1000 km²). A Figura 3 apresenta ilustração de inundações causadas em áreas ribeirinhas.

Figura 3 - Inundação de áreas ribeirinhas.

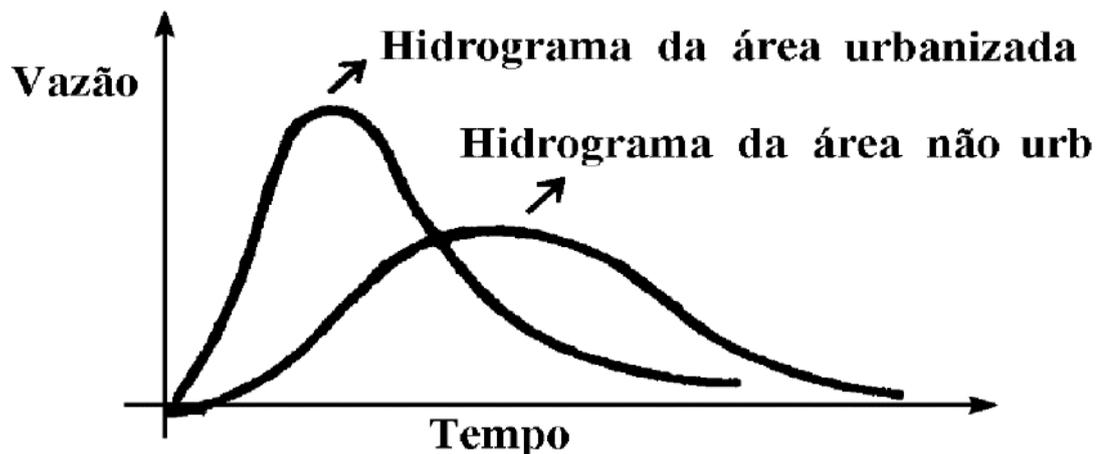


Fonte: Tucci (2007, p. 16).

Sob o contexto dos processos relacionados à urbanização, os problemas decorrem principalmente do próprio desenvolvimento urbano, devido a dificuldade do escoamento da água no solo, através de telhados, ruas calçadas e pátios, entre outros. Dessa forma, a parcela da água que infiltrava, passa a escoar pelos condutos, ampliando a vazão. O volume que decorria lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com o crescimento das cidades, passa a decorrer no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções. Estes dois processos ocorrem isoladamente ou de forma integrada.

Os efeitos principais da urbanização são o aumento da vazão máxima, a antecipação do pico e a ampliação do volume do escoamento superficial. O hidrograma típico de uma bacia natural e aquele resultante da urbanização são apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Inundação de áreas ribeirinhas - hidrograma Arroio Dilúvio, Porto Alegre.



Fonte: Tucci (2007, p. 17).

Os três tipos de inundações, normalmente, ocorrem em diferentes pontos das cidades, isoladamente ou pela combinação das situações. Por exemplo, o rio Tietê, no início deste século, inundou a região de São Paulo algumas vezes, como em 1929, representando situações do primeiro tipo. Com a expansão das cidades de uma forma descontrolado, a frequência dessas inundações aumentou, devido ao desenvolvimento da civilização intensa de sua área ribeirinha e de seus afluentes principais, como o Tamanduateí e o Pinheiros (bacia de 3.000 km²). O rio Iguaçu inunda a Região Metropolitana de Curitiba em razão das suas naturais cheias, e em razão da urbanização intensa de abundantes como o rio Belém. Em vasta pesquisa, contando com

revisão de 70 artigos, realizada por Freitas e Ximenes (2012), foi apresentado as maiores causas das enchentes. Os dados obtidos pelos autores são apresentados a seguir no Quadro 2.

Quadro 2 - Causas das enchentes.

Mecanismos	Como se apresenta
Mudanças climáticas . Aquecimento global . Chuvas intensas e localizadas . Furacões e ciclones . Monções . Derretimento intensivo de neve e geleiras . Tsunamis	Causas atribuídas aos fenômenos e eventos “naturais”.
. Descarte inadequado de lixo . Intensificação da agricultura . Construções de barragens e hidrelétricas . Desmatamento e erosão do solo	Causas atribuídas às atividades humanas.

Fonte: Freitas e Ximenes (2012, p. 1603).

3.3 Regulamentação de drenagem no Brasil

Segundo Tucci (2016), as medidas de controle após os impactos já terem ocorrido é realizada com medidas estruturais na macrodrenagem das cidades com elevados custos para o governo. Assim, é possível agir sobre o conjunto do saneamento básico: drenagem, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, dentro dos conceitos de gestão de águas urbanas. Para prevenir impactos e reduzir os custos de ações futuras, os novos meios de empreendimentos devem ser projetados e construídos.

Segundo Lengler (2012) existem medidas preventivas com incentivos econômicos, por meio da certificação ambiental e medidas denominadas “comando e controle”, com o uso da regulação da drenagem urbana. Esta regulação estabelece condições para os novos empreendimentos imobiliários quanto ao seguinte: Quantidade de água: estabelecendo uma vazão máxima permitida, definida aqui como a maior vazão que pode ser repassada de um empreendimento privado para a rede pública de drenagem; Quantidade de sedimentos e características da água: estabelecendo condicionantes para armazenamento temporário de parte do escoamento superficial, visando diminuir a energia do escoamento, retenção de sedimentos e sólidos e, conseqüentemente, a redução de degradação e poluição que geralmente vem agregado aos sedimentos; Recarga: para manter a recarga é possível regular ou incentivar a proporção da região de penetração no terreno, através de regulação da área ou por incentivos na cobrança da taxa de drenagem.

3.4 Relação da água com a engenharia

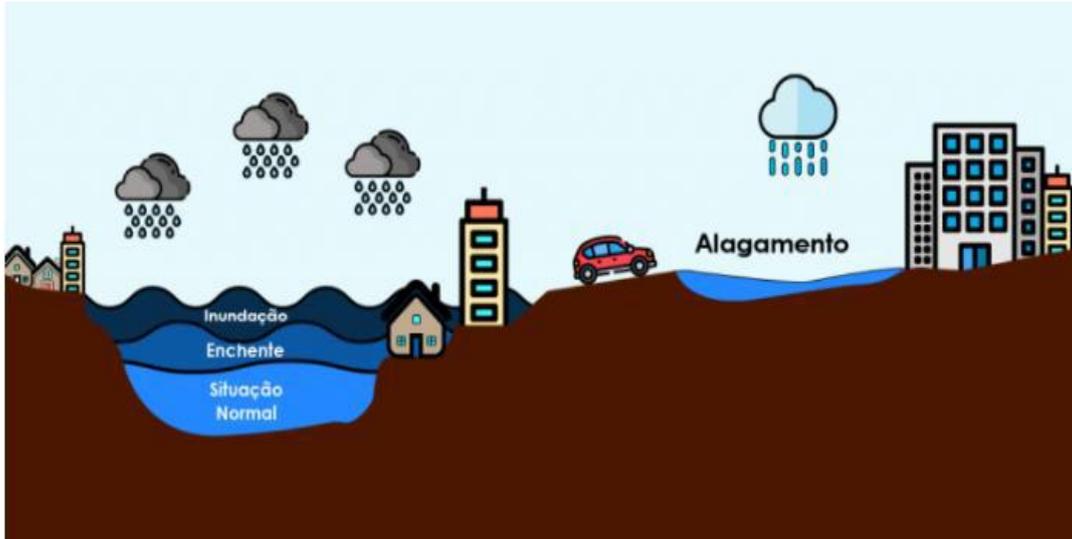
As águas sempre serão um meio indispensável para o homem e isso se dá desde as primeiras civilizações. Tanto que essas civilizações sempre se estabeleceram perto de rios.

Essas formas de organização humanas usavam a água para rede de abastecimento humano, animal, lavoura, que era sua fonte de alimentação, e para descoberta de novas terras por meio da navegação. No decorrer do tempo, a população foi se modernizando perto de corpos hídricos e as cidades foram crescendo, trazendo junto de si enchentes, inundações e alagamentos.

Esses eventos frequentemente são mal compreendidos pelas pessoas, mas eles são diferentes para o Instituto de Tecnologia (IPT) (Brasil, 2007) e a Proteção Civil. Para eles, a inundação representa o transbordamento de água de um curso de rio para uma várzea ou várzea. A inundação, por outro lado, é definida como a elevação do nível da água em um canal de

drenagem devido ao aumento da vazão, até a cota máxima do canal, mas sem transbordamento. A inundação, por sua vez, é o acúmulo instantâneo de água em alguns locais devido à drenagem insuficiente, enquanto que o escoamento superficial é o escoamento por uma superfície, sendo concentrado e transmitindo alta energia, que pode ou não estar relacionado ao agarramento no campo de processos fluviais (Andrade et., al, 2017).

Figura 5 – Diferenças entre inundações, enchentes e alagamentos.



Fonte: Colégio Atrito (2019).

Isso acontece quando os rios, córregos e corpos hídricos recebem grande volume hídrico provinda da chuva e, não tendo capacidade para suportar esse volume, ocasionam enchentes, inundações e alagamentos.

3.5 Microdrenagem

É uma forma de gerenciamento de precipitação de médio risco e é projetado como um plano de esgotos pluviais ou canais no nível de subdivisão ou rede urbana primária. A microdrenagem é necessária nas regiões metropolitanas porque cria circunstâncias irrelevantes para o fluxo de veículos e pedestres em caso de chuva (Paula et al., 2017).

O sistema de microdrenagem é composto por: sarjetas, meio-fio, lóbulos, bueiros, condutos forçados, túneis e equipamentos que bombeiam fluidos de um lugar para outro (Bezerra et al., 2016).

Figura 6 - Sistema de microdrenagem.



Fonte: Caca vazamentos sp mais.

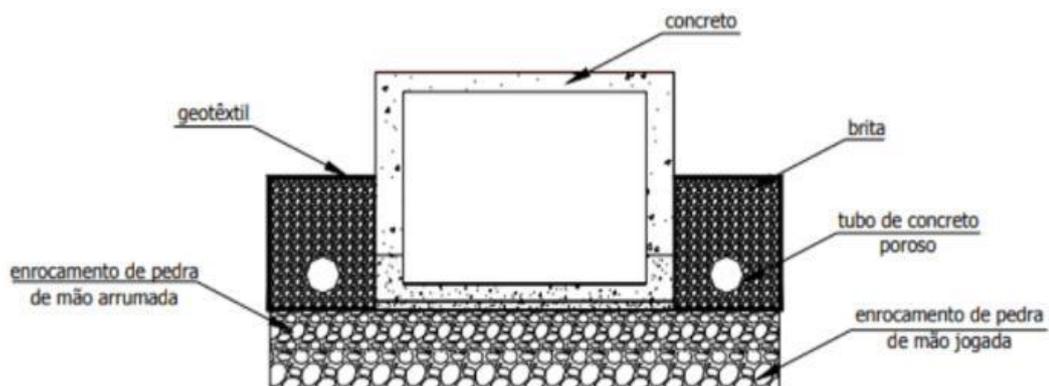
Este sistema capta a água e a direciona para um sistema de macrodrenagem. Assim, essa água escoar por calhas, meios-fios, na maioria dos casos para canais de captação subterrâneos. A água flui por esses canais até chegar à rede de tratamento (Ottoni, et al., 2018).

3.6 Macrodrenagem

Na macrodrenagem, as estruturas são maiores, como túnel e suportes de distribuição de energia tais como rampas, vertedouros, blocos de impacto e degraus. Esse sistema de drenagem visa canalizar as águas pluviais para um curso d'água receptor e também prevenir a erosão na área urbana, advertindo que a macrodrenagem precisa sempre analisar as mudanças uso do solo (Ottoni et al., 2018).

Ao projetar tal sistema, deve-se ressaltar a importância dos canais abertos, pois isso gera facilidade de higienização e monitoramento, economia de investimentos, facilidade de expansão do sistema se necessário neste caso e flexibilidade, pois a suposição seções mistas. O dimensionamento do sistema também deve ser considerado, pois, este sistema deve ter um retorno de investimento entre 25 e 100 anos e resistir grandes volumes de vazão (Farias, 2017).

Figura 7 – Sistema de macrodrenagem.



Fonte: Belo Horizonte, 2000 apud Moura, 2004.

É a remoção do excesso de água do solo que se acumulou em áreas relativamente grandes ao nível do distrito ou microbacia hidrográfica.

3.7 Importância da drenagem urbana

Diante dos maus efeitos das chuvas, é possível constatar a dimensão da do escoamento e gestão das águas pluviais urbanas. Os vários benefícios desta drenagem e gestão são a redução do custo de manutenção das estradas devido ao fluxo de água na estrada, diminuição dos prejuízos, queda do risco de fatalidades, redução da erosão e poluição de rios e lagos, e criação de condições adequadas para veículos e tráfego de pedestres nas ruas para facilitar o trânsito após chuva (Ottoni, et al., 2018).

Segundo Bezerra et al. (2016), a drenagem pluvial urbana é uma área de estudo fortemente associada ao relevo onde, devido à localização da encosta, o nível de escoamento cresce devido ao fechamento do solo, resultando em menor intrusão de água. Portanto, quando há um grande escoamento superficial, existem vários locais de inundação onde, devido à ausência de drenagem apropriada, a água estagnada se acumula, resultando em problemas de tráfego, poluição, aumento da disseminação de doenças aquáticas e perdas econômicas.

Vale ressaltar que a função da drenagem é retirar a água que sobe nas ruas da cidade. Esse descarte ocorre captando essas águas e direcionando-as a lugares que menos afetem a durabilidade e segurança das vias da cidade. Se você está pensando em construir um sistema desses, é importante ressaltar que o sistema deve ser bem projetado e planejado, caso contrário pode se tornar um incômodo para a comunidade e causar deterioração, alagamentos e inundações (Aires et al., 2018).

4. Conclusão

Diante do exposto e considerando a realidade da maioria das cidades brasileiras, nota-se que à drenagem urbana associados aos efeitos da urbanização descontrolada com ocupação de áreas de preservação permanente e uso do solo intenso, com poucas áreas permeáveis, provoca um grande volume de escoamento superficial no solo das águas das chuvas. Para minimizar esses problemas, recomenda-se uma otimização de redes de drenagens existentes e a formulação de sistemas em pontos considerados críticos e que não dispõem de drenagem.

Dessa forma, modelo completo de drenagem urbana reduzirá o impacto sobre a comunidade e o meio ambiente, proporcionará melhoria no bem estar para os cidadãos, minimizando o custo do poder público em requalificação de estradas, doenças e limpeza de ruas após chuvas, entre outros benefícios.

A implementação deste trabalho fornece uma base para novas pesquisas e estimula a comunidade acadêmica a conhecer a drenagem urbana nas cidades brasileiras para servir de banco de dados e informações para trabalhos futuros. Os fundamentos elencados na revisão também apoiam a criação de ferramentas de prevenção, índices de segurança e medidas básicas de mitigação no gerenciamento do território, reduzindo as chances de adversidades decorrentes de alteração ou uso indevido do solo.

Referências

- Aires, T. R. B.; Oliveira, J. M.; Cordeiro, D. H. G.; Pacheco, L. L. L.; Silva, M. H. A. & Freitas, S. X. (2018) Degradação do asfalto causado por drenagem urbana ineficiente. *Ceres: Associação Educativa Evangélica*.
- Almeida, G. H. T. D. de; Masini, L. S. & Malta, L. R. S. (2017). Hidrologia e Drenagem. *Editora e Distribuidora*.
- Andrade, A. A. & Norat, M. V. C. (2017). Diagnóstico do sistema de macrodrenagem do Igarapé do Tucunduba pertencente à bacia do Tucunduba, Belém/PA. *Fenasan*
- Bezerra, A. M.; Queiroz Neto, M. L.; Florêncio, F. D. C.; Oliveira, A. S. & Souza Junior, P. L. (2016). Drenagem urbana de água pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN. In: *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB*, 7. Anais.
- Brasil (2007) Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: Presidência da República: Casa Civil, 2007.

- Caldeira, L. A. C., & Lima, D. P. (2020). Drenagem urbana: uma revisão de literatura. *Engineering Sciences*, 8(2), 1-9.
- Cuo, L., Lettenmaier, D.P., Alberti, M., & Richey, J.E (2009). Efeitos de um século de cobertura da terra e mudanças climáticas na hidrologia da bacia de Puget Sound. *Processos Hidrológicos: Um Jornal Internacional*, 23 (6), 907-933. DAS CIDADES, Conselho et al. *Plano Nacional de Saneamento Básico* (Plansab). 2014.
- dos Santos, L. B., & Mamede, B. B. (2013). Automação em drenagem pluvial e controle de enchentes: aproveitamento das águas nos grandes centros urbanos. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 9(2).
- Farias, K. S. D. (2017). Análise quantitativa de macrodrenagem urbana: avaliação da capacidade de escoamento de um canal no município de Delmiro Gouveia-AL. <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/3692>
- Freitas, C. M. D., & Ximenes, E. F. (2012). Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17, 1601-1616.
- Gauzin-Müller, D. (2002). *Sustainable architecture and urbanism: concepts, technologies, examples*. Springer Science & Business Media
- Lengler, C. (2012). Instrumentos tributários imobiliários municipais aplicados à drenagem urbana: estudo de caso de taxa, contribuição de melhoria e benefício fiscal em Porto Alegre, RS.
- Licco, E. A., & Mac Dowell, S. F. (2015). Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. *Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística*, 5(3), 159-174.
- Linard, P. A. R. G. (2017). *Drenagem compensatória e sua aplicação em uma área da UFRN* (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Otoni, A. B.; Rosin, J. A. R. G & Foloni, F. M (2018). *Drenagem urbana: soluções alternativas sustentáveis. Tupã: Associação Amigos da Natureza*.
- Paula, J. S., de Souza, J., de Oliveira, M. A. F., & Rangel, M. P. (2017). Execução de obras de drenagem pluvial: princípios empregados na construção de redes de drenagem urbana. *Revista Interdisciplinar Pensamento Científico*, 3(2).
- Rampazzo, L. (2011). Metodologia Científica. Loyola
- Soares, P., & Soares, N. (2011). Universalização socializada—índice redutor de tarifa. *XV Exposição de Experiências Municipais em Saneamento*. Assemae. Campinas-SP.
- Tucci, C. E. (2007). Inundações urbanas. *Porto Alegre: ABRH/Rhama*, 11.
- Tucci, C. E. (2009). 10.1 Gestão integrada das águas urbanas: águas pluviais. *Lei Nacional de saneamento Básico*, 323.
- Tucci, C. E. (2016). Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 13(1), 29-42.
- Valente, O. F. (2009). Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. *Minha Cidade, São Paulo, ano, 10*.
- World Health Organization. (2010). Urban planning essential for public health. *Geneva: Author*. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/en/index.html.