

# **DRENAGEM URBANA: PROPOSTAS DE SOLUÇÕES PARA O MUNICÍPIO DE SINOP-MT**

RAFAEL AUGUSTO DE LIMA GONÇALVES<sup>1</sup>  
MURILO CAMPOS PEREIRA<sup>2</sup>

**RESUMO:** Com a expansão demográfica das cidades, o espaço natural deu origem a sistemas construtivos, que impermeabilizaram em grande parte o solo, como também modificou as características do sistema de natural de infiltração, retenção e escoamento da água nesses centros urbanos. Com isso enchentes e alagamentos são percebidos em diversas cidades, se tornando um problema que necessita de soluções que sejam eficientes e que garantam a melhor integração com o sistema já existente e considerem as questões ambientais. A pesquisa limitou-se a aprofundar o conhecimento sobre o assunto, elencando dados, normas/legislação e soluções já utilizadas em outras localidades. A pesquisa de campo foi realizada no município de Sinop, no estado de Mato Grosso, com foco em compreender as áreas de inundação/alagamentos e, decorrente disso, propor soluções de obras estruturais e não estruturais para melhoria e eliminação do risco de ocorrências desses problemas na zona urbana. Como amostra, a Avenida das Embaúbas foi selecionada para pesquisa, pois está é uma das localidades do município que apresenta alagamentos. Visitou-se o local para observações, medições e registros de informações, que colaboraram com a pesquisa e proposta de solução. Etapa importante para a pesquisa, já que apresenta dados e relações do problema local, possibilitando propor ao final uma solução relevante para a área de estudo. Ao final foi proposta a aplicação de jardins de chuva, este sendo uns sistemas de retenções e armazenagens de águas temporários ou não, uma alternativa que se integra com o sistema atual e ambientalmente correto.

**Palavras-chave:** Drenagem; Enchentes; Jardim de chuva.

## **DEVELOPMENT OF A SOFTWARE FOR COMPARATIVE ANALYSIS OF DETAILED MATERIAL BUDGETS**

**ABSTRACT:** With the demographic expansion of cities, the natural space gave rise to construction systems, which largely impermeable the soil, as well as modified the characteristics of the natural system of infiltration, retention and drainage of water in these urban centers. As a result, floods and floods are perceived in several cities, becoming a problem that needs solutions that are efficient and that guarantee the best integration with the existing system and consider environmental issues. The research was limited to deepening the knowledge on the subject, listing data, rules / legislation and solutions already used in other locations. The field research was carried out in the municipality of Sinop, in the state of Mato Grosso, with a focus on understanding the areas of flooding / flooding and, as a result, proposing solutions for structural and non-structural works to improve and eliminate the risk

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: [rafaellimasinop@hotmail.com](mailto:rafaellimasinop@hotmail.com);

<sup>2</sup> Professor Mestre em Agronomia, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: [murilo\\_camposcol@hotmail.com](mailto:murilo_camposcol@hotmail.com).

of occurrences of these problems. in the urban area. As a sample, Avenida das Embaúbas was selected for research, as this is one of the towns in the municipality that has flooding. The site was visited for observations, measurements and information records, which collaborated with the research and proposed solution. Important step for the research, since it presents data and relationships of the local problem, making it possible to propose at the end a relevant solution for the study area. In the end, it was proposed the application of rain gardens, this being a temporary water retention and storage system or not, an alternative that integrates with the current and environmentally correct system.

**Keywords:** Drainage; Floods; Rain garden.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o rápido processo de expansão demográfica das cidades, em especial nos países em desenvolvimento como o Brasil, a impermeabilização do solo, modificações nas bacias hidrográficas e ocupações irregulares acabam por alterar os regimes hidrológicos relativos às funções de infiltração, retenção e escoamento da água nesses centros urbanos. Essa combinação de fatores acarreta episódios de inundações e alagamentos que os sistemas de drenagem urbana não conseguem conter, resultando em bloqueio das vias urbanas e avarias a bens e imóveis, entre outros transtornos (RIBEIRO; SANTOS, 2016).

Um dos objetivos dos municípios é efetivar os Planos Diretores de Drenagem Urbana, uma vez que estes oferecem soluções para equacionar as relações de drenagem em relação às bacias hidrográficas locais. Quando este não é efetivado com mecanismos legais e processos administrativos eficientes, o crescimento urbano e estruturas de drenagem inadequadas contribuem diretamente para agravar os problemas.

O município de Sinop mostra acentuada expansão territorial urbana, só no ano de 2018 foram emitidos 1.794 alvarás para construção e mais de 461.000 m<sup>2</sup> de área construída, para o ano de 2019 esse número ficou em 2.027 alvarás emitidos, totalizando 404.498,95 m<sup>2</sup> de construção, um acréscimo de aproximadamente 12%, na taxa de alvarás emitidos (PRODEURBS, 2020). Mesmo estando localizado no Centro Oeste brasileiro, onde problemas decorrentes de enchentes e cheias são pouco frequentes, nos períodos de maior intensidade pluviométrica, em pontos mais críticos do município, têm sido frequentes os casos de inundações e alagamentos que causam inúmeros transtornos, como referido anteriormente.

Ao se determinar a cidade de Sinop como local de pesquisa está se mostrou relevante já que o município apresenta diversos pontos alagamentos nos últimos anos, sendo uma cidade plana em sua totalidade, a aplicação de soluções de drenagem devem ser consideradas e estas necessitam integrar os sistemas existentes, aplicando-as com soluções ambientalmente corretas e que garantam a eliminação dos pontos existente de alagamentos, assim como garantir a durabilidade e eficiência do sistema ao longo dos anos.

As aplicações de soluções para drenagem urbana, podem ser de diversas formas e funcionalidades, aplicadas com obras estruturais e não estruturais, um dos sistemas que pode ser aplicado é o chamado jardins de chuva, aplicação que tem como objetivo contribuir com a retenção da água precipitada nos momentos de chuva, este pode funcionar como sistema para reter água para uso futuro não potável, ou ser aplicado com drenos que contribuem para a infiltração da água retida no solo (MELO, 2014).

Esta pesquisa buscou compreender as interrelações quanto à drenagem urbana e suas práticas estruturais, demonstrando soluções e aplicações viáveis para diferentes problemas relacionados a drenagem urbana. Nesse sentido, o problema desta pesquisa se

delimita em compreender tais práticas e a viabilidade em aplicá-las no município, como soluções adaptativas e mitigatórias capazes de reduzir os alagamentos nas vias urbanas do município de Sinop. Dessa forma busca-se compreender como aplicar soluções de drenagem urbana integradas a questões sustentáveis no município de Sinop?

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Problemas urbanos com chuva**

Nos centros urbanos, alguns problemas, como os advindos das chuvas, são tratados como especiais e interdisciplinares entre as áreas de conhecimento da gestão pública, Engenharia e afins. O ambiente urbano apresenta uma série de desafios que se interligam e necessitam ser pensados em conjunto, não somente a resolução de questões relacionadas ao meio físico, mas um conjunto de questões sociais, econômicas e históricas se fazem relevantes nesse ambiente.

Os maiores e mais antigos centros urbanos são os que oferecem uma gama ainda maior de adversidades e complexidade de desafios, já que carregam em seu desenvolvimento o histórico de erros e processos não implantados ou implantados, mas atualmente já defasados. Nesse contexto, estão inseridas a situação hídrica, drenagem e esgoto, uma vez que surgem tecnologias e novos métodos construtivos, a própria legislação sofre atualizações e os gestores públicos são cobrados a adotarem soluções para estes problemas históricos (LEAL; FARIAS; ARAUJO, 2008, p.02).

Para Santos, Rufino e Barros (2017) no ambiente urbano, os problemas advindos das chuvas devem-se ao crescimento populacional desordenado e expansão das cidades sem planejamento, além das práticas inadequadas da população em relação ao descarte de lixo e esgoto.

Lima e Amorim (2014) descrevem que, nos centros urbanos, o uso indiscriminado do solo e as alterações das bacias hidrográficas trazem consequências graves em relação às chuvas, gerando impactos de âmbito econômico, social, político e ambiental.

Diante dos problemas ocasionados pelas chuvas nos centros urbanos, dentre estes as enchentes, deslizamentos de terra e inundações, podem ser entendidos e discutidos como resultado de processos e fenômenos dinâmicos da natureza, contudo a percepção de ocorrências de maiores impactos dá-se em locais com intervenções humanas, agravando-se com a alteração da paisagem e ocupações de espaços urbanos desordenados (NASCIMENTO, 2019).

### **2.2 Drenagem urbana**

Oneda (2018) argumenta que em locais onde as inundações são percebidas, é necessário projetar sistemas de drenagem eficientes e mais sustentáveis, observando a capacidade de escoamento dos sistemas já existentes e projetando aumento de sua capacidade. Contudo, tal prática mostra-se uma solução pouco econômica e, quando feita sem a complementação de outros meios, não atende a necessidade em casos de precipitações extremas.

Ainda segundo Oneda (2018) deve ser buscada a implantação de sistemas de drenagem sustentável, os quais têm, como objetivo, aumentar o nível de capacidade do sistema e atenuar problemas recorrentes nos sistemas receptores já em uso. Estes podem ser diferentes técnicas aplicadas individualmente ou agrupados, para minimização do fluxo de água, quanto à reutilização desta nos processos.

Segundo Ribeiro (2017) para a aplicação desse contexto sustentável, ao planejar sistemas urbanos de drenagem, deve-se pensar em como será realizada a coleta, o transporte e

o lançamento final das águas superficiais, medidas estas que devem conter os problemas decorrentes das inundações e alagamentos. Estas aplicações dividem-se em duas formas, que são as medidas estruturais e as medidas não estruturais:

A primeira apresenta-se como uma solução que se utiliza da complexidade dos projetos de obras hidráulicas, melhorando o escoamento das águas pluviais e a sua vazão, deslocamento e despejo dos corpos d'água receptores, essas obras são conhecidas como galerias, diques, canais etc. Na segunda, as soluções estruturais se apresentam como aquelas que minimizam os prejuízos relacionados a enchentes, aumentando a qualidade de vida da população (RIBEIRO, 2017).

Ainda sobre os sistemas de drenagem, há a microdrenagem, ou a chamada drenagem inicial, que são formadas pelas ruas, guias e sarjetas/boca de lobo, que bem projetados/dimensionados resolvem, em grande parte, os problemas decorrentes das precipitações drásticas (VIANN, 2018).

Noutro contexto, os sistemas de macrodrenagem são dimensionados em sistemas maiores com duração de capacidade maior, sendo a tecnologia essencial nesse processo; junto com a coleta de dados hidrológicos e planialtimétricos confiáveis, bem como a integração entre os demais sistemas estruturais da cidade nesse planejamento; a Agência Nacional de Águas - ANA é uma orientadora de tais ações, indicando caminhos e normativas para esses processos (VIANN, 2018).

Segundo Lopes e Souza (2012) ao executar a pavimentação das vias de tráfego urbano e a implantação de sistemas de drenagem urbana, o adequado planejamento e implantação desta última só é percebido como essencial, quando da ocorrência problemática dos alagamentos, cheias e enchentes quando, então, se apresentam as especulações e soluções momentâneas aos problemas. No Brasil, em torno de 71% dos municípios têm acesso à rede de esgoto, mas grande parte trata-se apenas do afastamento do esgoto gerado através de tubulação fechada, com seu lançamento final sem tratamento adequado, prejudicando os leitos de bacias hídricas urbanas.

Segundo Tucci (2012) no Brasil hoje, não existe, em sua estrutura de apoio, nenhum Programa Sistemático de Controle de Enchentes, considerando que as discussões em torno do tema são ações isoladas em algumas cidades, as quais, ao implantarem o Plano Diretor, obtiveram algum resultado positivo, definindo legislação de zoneamento urbano, restringindo construções e ocupações abaixo dos padrões mínimos para a segurança do sistema urbano, estabeleceram algumas normativas diante dos problemas causados pelas enchentes e/ou alagamentos nestes municípios.

Para Tucci (2003, p.37) o desenvolvimento de medidas eficientes e sustentáveis nos municípios e o desenvolvimento de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) é aconselhável e deve obedecer às seguintes recomendações: ao desenvolver os sistemas, estes não podem aumentar a vazão a jusante, pois o estudo da bacia como um todo deve ser considerada para apresentação, planejamento e controle dos impactos gerados nas modificações; o Plano Diretor da Cidade deve estar complementado com essa busca de solução e medidas; o esgoto sanitário e o controle dos efluentes devem ser considerados em conjunto com a gestão de resíduos sólidos.

Rezende (2012) salienta que, em relação ao desenvolvimento de sistemas de drenagem urbana, devem ser observadas medidas estruturais e não estruturais. As medidas estruturais modificam o sistema atual, considerando que seu objetivo é reduzir ao máximo o risco de enchentes; são obras que vão atuar em relação à contenção, retenção, ou melhoria da condução dos escoamentos. São exemplos as barragens, diques, canalizações, reflorestamento, entre outros.

As medidas não-estruturais relacionam-se às ações que minimizam a problemática, e estão dentro do plano de zoneamento urbano e do Plano Diretor Urbano, são normativas relacionadas a construções, ações e seguro de inundações (REZENDE, 2012).

### 2.2.1 Legislação e normas para drenagem urbana

De acordo com Bolonhez (2017) o déficit em relação aos sistemas de drenagem urbana no país é considerado grave, o que é demonstrado diante dos inúmeros casos de ocorrências com inundações e escorregamentos e, muitas vezes, responsáveis por catástrofes de grande proporção e impactos no Brasil; demonstrando a necessidade de uma legislação eficiente e a implantação de Planos Diretores de Drenagem Urbana, que busquem soluções frente aos desafios da gestão de águas pluviais e na prevenção de catástrofes relacionadas à falta de estrutura de drenagem urbana.

Em 05 de janeiro de 2007, a Lei Federal n.º 11.445, estabeleceu a Política Nacional de Saneamento Básico, que determinou as normativas para o saneamento básico, incluindo, no artigo 3º, a drenagem e manejo de águas pluviais como essenciais para este alcance. Estas devem ser consideradas como objetivos nas ações relacionadas à drenagem de águas superficiais e seu manejo de forma eficiente. Como também a relação de limpeza e manutenção preventiva desses sistemas (Redação dada pela Lei nº 13.308, de 2016).

A Lei nº 10.257/2001 juntamente com os Planos Diretores têm, como objetivo, integrar informações para o desenvolvimento de infraestruturas e políticas públicas municipais eficientes. Estes compatibilizam o escoamento, distribuição na bacia e as relações com o tempo desses que têm, como objetivo, impactar o sistema de forma menos intensa, o que gera menores impactos para este e para sua manutenção. Também são analisadas, nesse contexto, as áreas ribeirinhas, as situações de alertas e as ações para o gerenciamento dessas informações e situações.

Ao se elaborar o Plano Diretor de Drenagem Urbana, este objetiva a criação de mecanismos de gestão pública que se relacionam ao sistema de infraestrutura urbana de escoamento de águas pluviais. A função deste é evitar que os recursos financeiros se percam em medidas não eficientes, relaciona-se à preocupação e melhoria da qualidade e saúde da população e preservação ambiental (REZENDE, 2012).

Para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana, são necessárias informações como o cadastro e controle da rede pluvial, conhecimento e dados relacionados às bacias hidrográficas urbanas, dados hidrológicos, níveis de precipitação e vazão. Juntamente a este, os demais planos municipais e legislações devem ser considerados para que ocorra uma boa aplicação das ações estruturais de drenagem a fim de evitar problemas com águas nas áreas urbanas (REZENDE, 2012).

Souza (2013) apresenta que a legislação atual trata, em alguns aspectos, da importância da drenagem urbana para a manutenção da qualidade de vida nos centros urbanos, mas ainda é percebida uma desarticulação entre estas e as políticas públicas implantadas.

Ainda segundo Souza (2013), outro problema percebido é a relação entre a legislação e o porte das cidades, não levando em consideração suas diferenças e localizações, assim como a capacidade técnica insuficiente em algumas localidades para a aplicação dessas políticas públicas. Por fim, o autor comenta que o grande salto de qualidade nesse processo está em conhecer a legislação e a capacidade técnica que a equipe detém para aplicar nos sistemas de drenagem urbana.

### 2.2.2 Soluções para drenagem urbana

Souza (2013) e BRASIL (2012) apresentam que, dentro dos centros universitários, a discussão frente aos desafios com a drenagem urbana avançou muito nos últimos anos. Em

2009, o Programa 1138 - Drenagem Urbana e Controle da Erosão Marítima e Fluvial, dos Ministérios da Integração Nacional e das Cidades, trouxe propostas a serem implantadas no território nacional em relação aos desafios da drenagem urbana (BRASIL, 2009; 2010).

Em 2012, foi lançado o Programa 2040 - Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, que trouxe, dentre várias propostas, sugestões de sistemas de drenagem urbana sustentáveis e de manejo de águas pluviais. No Programa Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas têm, como objetivo juntamente com o Poder Público, as políticas públicas de desenvolvimento urbano sobre este aspecto, organizar o uso e ocupação de solo, o cuidado e gestão destas bacias hidráulicas. As obras estruturais e não estruturais buscam recuperar as áreas úmidas, bem como prevenir, controlar e minimizar os impactos causados por enchentes e inundações (Programa – 2040, BRASIL, 2012, p.05).

Nos centros urbanos, a impermeabilização do solo é um dos mecanismos que mais impactam os sistemas de drenagem pluvial, prejudicando os sistemas de escoamentos que são projetados a jusante das bacias hidrográficas urbanas. Como estes sistemas apresentam problemas bem antes da vida útil da obra atingir sua vida útil projetada, técnicas tradicionais são implantadas como a canalização dos rios e valas; o problema gerado por esta implantação é que, em grande parte, não se analisa o funcionamento da bacia de forma integral, aumentando ao longo do escoamento o encontro das águas escoadas e aumentando o volume a montante, causando inundações e alagamentos (LIMA; CAPELO-NETO, 2015).

Righetto (2009) elenca que, atualmente, um dos mecanismos que vem se implantando em algumas cidades é o chamado seguro contra enchentes, mantido pelos sistemas particulares de seguro e em parceria com o Poder Público municipal. Para isso, o sistema de informação sobre situações de risco e sobre a eficiência do sistema de drenagem local deve ser preciso, o que implicará a esse mecanismo, a cobrança de forma eficiente tanto para manutenção do sistema de seguro, quanto para o segurado quando este necessitar.

### **2.3 Projetos de drenagem urbana**

Para a execução de projetos estruturais de drenagem urbana, são considerados aspectos urbanísticos, da paisagem, sistema viário e o grau de ocupação das áreas a jusante das bacias hidrográficas locais. Complementando esse processo, o estudo de alternativas e medidas de drenagem eficientes devem considerar a integração de todo processo de vazão, observando o tipo de sistema fonte, micro ou macrodrenagem, considerando que o aprofundamento dessas informações tem a função de garantir que obras realizadas sigam medidas e normas eficientes (SUDERHSA, 2002).

Ao executar um projeto de drenagem urbana, este deve seguir algumas condições mínimas para a boa prática: a elaboração do projeto arquitetônico, viário e paisagismo; definição das alternativas de drenagem e seu controle; determinação das variáveis de vazão, cargas resultantes dos cenários pré-desenvolvimento e após o desenvolvimento; e dimensionamento dos dispositivos.

Com objetivo de minimizar os problemas causados por chuvas intensas, o PDDrU apresenta, como diretrizes, solucionar os problemas locais e jamais transferi-los para outros pontos da cidade; exemplo desse sistema é a construção de reservatórios, sistemas de infiltração, naturais ou construtivos, o que deve ser observado são as características locais e impactos que estas trarão no entorno da vizinhança (KURODA, 2016).

### **2.4 Soluções ambientalmente corretas para drenagem urbana**

Daltoé (2015) apresenta que a sustentabilidade dentro de projetos de drenagem urbana é preocupação que surgiu na década de 90, sendo ampliada posteriormente para documentos e estudos governamentais. Esse contexto é atualmente uma discussão essencial

nos Planos diretores, que devem priorizar soluções que beneficiem a população de forma efetiva.

Ao se adotar o plano de drenagem urbana sustentável, este traz uma série de benefícios, tais como: auxilia no combate das inundações e mantém o ciclo hidrológico natural; contribui na redução do escoamento superficial; colabora com a biodiversidade por criar e manter locais propícios para o desenvolvimento da natureza; constituem áreas de lazer e bem estar, criando e mantendo locais agradáveis para a população (GARRIDO NETO, 2016, p. 07).

Arrabal (2019) observa que outro conceito discutido é a implantação da chamada infraestrutura verde, que é definida como a implantação de sistemas que estejam em equilíbrio com as questões ambientais, sociológicas, culturais e econômicas e a integração destes deve ser pensada, além de como corroboram na articulação entre cidade e natureza, o que gerará sistemas construtivos mais eficientes e preocupados com os chamados ecossistemas locais.

#### 2.4.1 Pavimento permeável e impermeável

Tucci (2005) argumenta que, no processo de urbanização, a utilização de pavimentos é condição imprescindível e que tais pavimentos podem ser permeáveis e impermeáveis, sendo utilizados e adaptados de acordo com o objetivo de projeto.

Segundo Targa (2012), a permeabilidade de alguns aumenta a capacidade de retenção da drenagem urbana. Há necessidade, neste processo, de conhecer o lençol freático local e a capacidade de retenção do solo. Em locais onde o solo apresenta 30% de argila, ou 40% de silte e argila combinados, estes não são recomendados. Devem ser planejados desde sua projeção, manutenção futura e custo direto na construção, para que os benefícios sejam considerados.

#### 2.4.2 Reservatórios de detenção e retenção

Tucci (2005) considera que os reservatórios podem ser de dois tipos, os que mantêm a lâmina de água, chamados de retenção; e os que secam após serem utilizados durante as precipitações elevadas. Os que mantêm sua lâmina de água são mais sustentáveis em relação a manterem a qualidade da água a jusante; já os secos devem ser projetados de acordo com necessidades específicas. As diferenças entre os dois sistemas devem ser consideradas em razão do local de implantação, adotando critérios técnicos e científicos na escolha.

Ao se estudar a solução de construções de reservatórios, considera-se que estes, nos momentos de estiagem, permanecerão secos e, quando as chuvas iniciam, passam a cumprir a função de colaborar na redução do escoamento superficial, coletando a água das vias e armazenando-as temporariamente de forma lenta até os afluentes. São construídos com uso de escavações, barragens de pequeno porte de terra ou concreto, e sua localização ficará a montante da bacia hidrográfica urbana e têm, em sua edificação, a construção de sistemas de proteção, decantação, gradeamento para barrar a entrada de lixo e sedimentos, e, no final, um extravasor cuja função é a de proteger o sistema, caso tenha sua vazão muito superior a do projeto (SUDERHSA, 2002, p.05).

#### 2.4.3 Trincheira de infiltração

As trincheiras de infiltração são dispositivos lineares ao longo do curso preferencial de escoamento, estas exercem a função de captar o excedente das precipitações e colaboram para aumentar a infiltração no solo. As trincheiras são escavadas e cobertas com britas uniformemente, podem ser cobertas ou não com vegetação como gramíneas ou revestimento permeável (SUDERHSA, 2002).

Nos projetos urbanísticos, são projetadas para serem imperceptíveis aos usuários e projetadas considerando o tempo de infiltração. Seu funcionamento exige que as águas que chegam ao sistema não carreguem grande quantidade de sedimentos, poluição ou esgoto (SUDERHSA, 2002).

#### 2.4.4 Vala e valeta de infiltração

São concebidos em gramados, onde se implantam depressões, que funcionam como canais de escoamento pluvial, desacelerando e infiltrando ao longo de seu curso, e ao final é destinado a um sistema pluvial convencional. Estas podem ser constituídas de pequenas barragens que desaceleram o escoamento; também se encontra nesse conceito as valas de retenção, que barram completamente os picos de escoamento, este último utilizado em solos com pouca permeabilidade (REZENDE, 2012).

Melo et al. (2015) em sua pesquisa sobre drenagem urbana sustentável, apresentam os diversos tipos de vala/trincheira de infiltração, sendo seu uso indicado para espaços limitados como calçadas, rodovias, lotes residenciais e estacionamentos. Na elaboração dos projetos, devem ser concebidas, considerando o armazenamento temporário da água e sua percolação no solo.

#### 2.4.5 Poço de infiltração

São dispositivos pontuais que colaboram desviando o escoamento superficial para dentro do solo. São construídos a partir de escavações e revestidos com material poroso, deixando seu interior vazio. As atenções a esta solução referem-se ao material de isolamento na entrada da água que garante a durabilidade do sistema e sua capacidade de infiltração, sendo essencial observar a permeabilidade do solo e o lençol freático (REZENDE, 2012).

Beux e Ottoni (2015) argumentam que o poço de infiltração é um sistema em que se constrói um fosso de pequeno porte preenchido de cascalho/brita. Sua função é a de infiltrar a água coletada da chuva no solo, de forma lenta, sendo uma solução muito utilizada em ambientes onde se tem grande área de telhados nas edificações. Podem ser utilizados tecidos geotêxtis, que têm a função barrar a passagem dos sedimentos que prejudicam o sistema.

#### 2.4.6 Telhado verde

Para Mendonça e Melo (2017) telhados verdes são sistemas que colaboram na redução dos fluxos de águas nos sistemas pluviais, como também colaboram na redução da temperatura nas edificações e do consumo de energia. O desafio nesse sistema é projetá-lo para que seja eficiente, econômico e de fácil manutenção.

Essa solução reduz inundações locais, pois a principal função dos telhados verdes é aumentar as áreas verdes permeáveis, proporcionando a retenção total ou parcial do escoamento das águas da chuva, reduzindo também a velocidade de escoamento superficial. A utilização de telhados verdes torna-se eficiente, pois coleta e armazena parte da precipitação (OLIVEIRA, 2009 apud TASSI et al., 2014, p.143).

#### 2.4.7 Faixas gramadas/ Jardins de Chuva

As faixas gramadas são sistemas que desaceleram e colaboram na infiltração dos escoamentos superficiais, podem ser compatibilizados juntamente com outros sistemas de drenagem; nesse processo, a macrodrenagem tem o papel de tornar-se uma zona de escape para alagamentos/enchentes. Para ser efetivo, deve estar a montante do sistema de drenagem e integrado com outros sistemas para ser efetivamente eficiente (REZENDE, 2012).

Ribeiro (2014) apresenta que o sistema de drenagem urbana chamado de jardins de chuva, que se integram com as áreas gramadas, chamadas de biorretenção, utilizadas entre

a guia da rua e o passeio público, reduzem a velocidade do escoamento e aumentam a taxa de infiltração das águas pluviais.

Durante a chuva, esses jardins recebem a água e quando se atinge o limite de capacidade, o volume que excede é enviado para a rede comum de drenagem.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no perímetro urbano da cidade de Sinop-MT, Norte do estado de Mato Grosso. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido (Aw, segundo classificação de Köppen) que é o tipo climático predominante do Centro-Norte do estado, caracterizado por um período de estiagem compreendido entre os meses de abril a setembro e período de precipitações concentradas entre os meses de outubro a março.

Para a pesquisa foi delimitado como área de estudo a Avenida das Embaúbas, localizada na área central da cidade, ponto de diversas recorrências de alagamentos em momentos de precipitação no município. Esta avenida se caracteriza pela sua importância, pois grande parte dos imóveis são comerciais e ao longo dos anos vem sofrendo com recorrentes problemas advindos da cheia no período de chuvas. A área da avenida analisada compreende no intervalo entre as Avenidas das Itaúbas e a Avenida dos Ingás, uma extensão de 473 metros, conforme (Figura 1), que conforme (Figura 2) apresenta alagamentos, causando prejuízos aos usuários da localidade. A

A cidade de Sinop, tem sua topografia descrita como plana, caracterizado como solo mineral do tipo latossolo vermelho-amarelo, que varia de profundidades mais superficiais e mais profundas, drenagem boa, com suas características permeáveis e porosidade considerado a níveis bons, sendo um solo com poucas características de nutrientes (HIGUCHI et al., 2004 apud ARAUJO ET AL., 2009).

A área de estudo apresenta 14.190 m<sup>2</sup>, sendo 473 metros lineares de avenida e 30 metros de largura que compreende duas faixas de rolamento duplas e canteiro central. A avenida está inserida em área comercial do município, sendo a maior parte dos imóveis do tipo comercial, com grande presença de calçamento e pequeno percentual de área permeável ocupada por grama, sendo a maior faixa permeável constituída pelo canteiro central.

Nas extremidades da Avenida Embaúbas, no entroncamento com Avenida das Itaúbas, há uma rotatória com área de aproximadamente 29 metros de diâmetro e 640m<sup>2</sup>; e com a avenida dos Ingás, uma rotatória de 23 metros de diâmetro e 398 m<sup>2</sup> aproximadamente.

**Figura 1:** Área de estudo



Fonte: GoogleEarth (2020)

**Figura 2:** Alagamento na Avenida das Embaúbas



Fonte: <https://www.sonoticias.com.br/geral/chuva-alaga-ruas-e-avenidas-e-danifica-veiculos-em-sinop/>

Na tabela 1 é apresentado o índice pluviométrico mensal dos anos de 2017, 2018 e 2019, com base nos dados meteorológicos obtidos da estação meteorológica da Embrapa Agrossilvopastoril, Sinop, MT. Evidencia-se a concentração da precipitação nos meses de novembro a fevereiro, ponderando a média anual de 2.117 mm de chuva nos anos analisados.

**Tabela 1:** Índice de precipitação Sinop-MT

<b>Precipitação anual</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2018</b>	<b>Média</b>
Janeiro	259,6	329,2	280,6	289,8
Fevereiro	281,7	253,0	491,5	342,1
Março	190,5	352,8	281,4	274,9
Abril	162,3	93,0	234,2	163,2
Mai	122,7	12,7	0,5	45,3
Junho	0,0	3,0	0,0	1,0
Julho	0,0	0,0	1,8	0,6
Agosto	5,8	20,8	0,3	9,0
Setembro	29,0	77,2	43,2	49,8
Outubro	122,2	135,9	257,3	171,8
Novembro	307,6	402,1	271,3	327,0
Dezembro	434,3	421,1	474,2	443,2
<b>Precipitação acumulada (mm)</b>	<b>1.915</b>	<b>2.100</b>	<b>2.336</b>	<b>2.117</b>

Fonte: Embrapa (2020)

Para propor soluções viáveis e sustentáveis que aumentem a eficiência da drenagem na Avenida das Embaúbas, foi realizada a caracterização da área com o levantamento das informações pertinentes quanto ao sistema de drenagem existente, determinação dos pontos convergentes da água da chuva e dos demais fatores que contribuem para a cheia na localidade. Sendo realizada visitas no local, nos dias de 11 e 12 de setembro de 2020, para realização de medições, e anotações para a realização do estudo e proposta de solução dos problemas com drenagem na localidade. Também foram coletadas informações junto ao Núcleo de Projetos e Desenvolvimento Urbano de Sinop (Prodeurbs).

A escolha dos sistemas de drenagem a serem propostos foi realizada com a intenção de melhorar o sistema já existente e aumentar a capacidade de infiltração do solo. Após o estudo dos sistemas de drenagem sustentáveis, o escolhido entre os demais foi a aplicação de Jardins de Chuva, devido sua contribuição á melhora do sistema de drenagem, reduzir o risco com enchentes e possibilidade de infiltração ou retenção da água acumulada. A escolha do sistema se deu em razão do mesmo poder ser aplicado e integrado ao sistema já existente e se integram com o meio natural já pertencente na localidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Apresentação da área de estudo

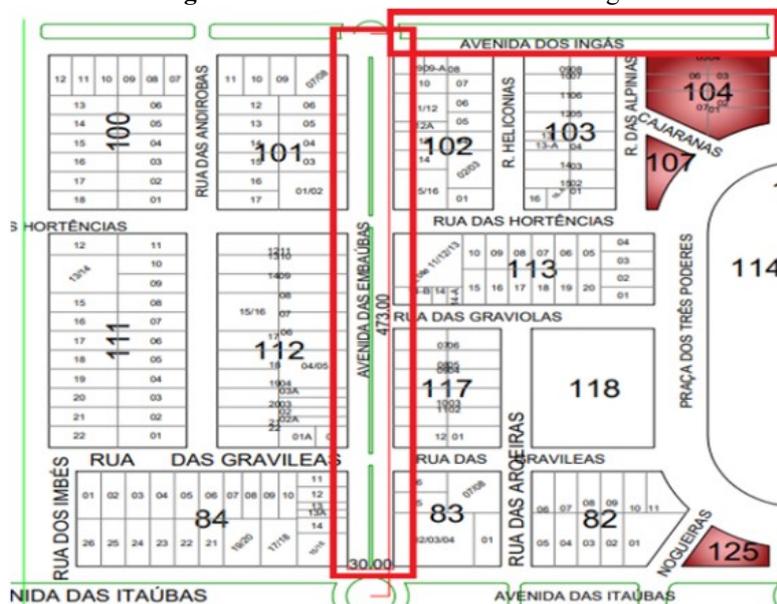
Ao longo da avenida, existem bocas de lobo localizadas nas esquinas dos quarteirões. As dimensões destes são de 0,70x0,70 metros, totalizando 14 unidades nas esquinas e sub esquinas da avenida, conforme representado na Figura 3, estes se apresentam em quantidades não uniformes entre os dois lados da avenida, sendo um deles possui 9 bocas de lobo e o outro lado, apenas 5 bocas de lobo. O que aumenta o volume a ser captado pelo lado que possui menos sistemas, sendo um agravante para o sistema de drenagem ali presente, já que este terá que efetivamente ter maior esforço para vencer o volume de precipitação.

**Figura 3:** Área de estudo e disposição das bocas de lobo

Fonte: Google Eart Pro (2020)

Em relação às bocas de lobo, em visita *in loco*, verificaram-se as características e manutenção destas, sendo constatado que possuem apenas uma boca e única tubulação interna para envio da água coletada. A taxa de vazão das bocas de lobo não comporta o volume das chuvas intensas e, devido a suas pequenas dimensões, rapidamente atinge o limite de cheia e transborda, fazendo com que as vias acumulem água. Além de apresentarem problemas com acúmulo de resíduos tais como folhas, copos e garrafas, sacolas entre outros materiais, além de excesso de terra.

Ao final do trecho da Avenida das Embaúbas com Avenida dos Ingás, está presente uma vala de escoamento de águas pluviais, popularmente designada como “valetão”. A vala tem dimensões aproximadas de 2 metros de profundidade e 233 metros de extensão e durante o período sazonal de chuvas, permanece cheia (Figura 4).

**Figura 4:** Vala de escoamento Av. dos Ingás

Fonte: Prodeurbs (2020)

Ainda quanto ao “valetão” (vala escavada no canteiro central), este se torna um dos pontos críticos quanto à problemática dos alagamentos, uma vez que a taxa de infiltração do solo em Sinop é considerada baixa devido ao nível do lençol freático ser muito próximo à superfície (BOLDRIN; CUTRIM, 2014). Outro problema encontrado nesse sistema é a alta concentração de resíduos e contaminantes microbiológicos, constituindo grave problema de saúde pública por se tornar vetor de graves doenças e abrigo de animais peçonhentos, além do elevado potencial de contaminação do lençol freático.

As construções comerciais no local não apresentam nenhuma medida mitigadora de retenção ou infiltração de água, ou outro mecanismo que colabore na redução do volume hídrico dispensado a calçadas e ruas. Nos últimos anos, a região passou por uma taxa de ocupação de solo elevada, com construções de grande porte e poucas faixas permeáveis foram deixadas nessas áreas, em busca de informações sobre a taxa de construção e permeabilidade do local, a secretaria Prodeurbs do município, não possui essas informações precisamente. Mais que é discutido sobre essa problemática no município e que a localidade não está atendendo a demanda de chuva e seu sistema de drenagem urbana não vem suportando o volume de água, causando enchentes e alagamentos na região.

O Código de Obras de Sinop permite que 80% da área de um terreno seja ocupada com uma edificação comercial, devendo os 20% restantes serem destinados para compor a área permeável. Na prática, isto não é percebido, uma vez que grande parte das edificações utilizam calçamento não permeável em áreas como as destinadas a vagas de estacionamento, locais que poderiam colaborar com a absorção da precipitação nos momentos de chuvas mais intensas.

Além da ocupação de quase 100% do terreno, outra observação quanto às edificações, é que a maior parte possui telhados de duas águas (Figura 3). Isso colabora com o problema dos alagamentos locais, uma vez que o volume elevado de água que cai durante as chuvas rapidamente chega ao solo.

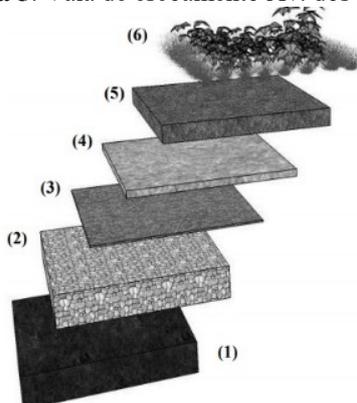
#### 4.2 Propostas de intervenção

Para a proposta de intervenção, buscou-se analisar as possibilidades de obras que favorecessem a intervenção sustentável no sistema de drenagem urbana, colaborando com a redução do volume de água a ser drenado; também se buscou analisar a questão da melhoria da taxa de infiltração dessa água ao solo em colaboração, assim, com o lençol freático local, que hoje é utilizado pelo sistema de coleta e tratamento de água potável à população.

Para isso, foram selecionados sistemas integrados, sendo indicada a construção de jardins de chuva em toda a extensão da avenida e nas duas rotatórias presentes nas extremidades, uma obra que se desenvolve utilizando o sistema de canteiros centrais da avenida e as duas rotatórias nas extremidades já apresentadas.

A estrutura básica de um jardim de chuva, segundo Melo et al. (2014) é composta por uma camada superficial de vegetação (6), uma camada de adubação, que colabora com a manutenção e suporte de nutrientes às plantas escolhidas (5), uma camada de areia que colabora na infiltração ao solo (4), utilização de uma manta geotêxtil, que retém os compostos finos (3), uma camada de brita ou de cascalho, onde a água se armazena temporariamente (2), por fim é projetado uma local onde a água pode ser infiltrada e recarrega o subsolo, ou que possibilite ser armazenada e utilizada para outros meios, como irrigação das plantas locais.

Figura 5: Vala de escoamento Av. dos Ingás



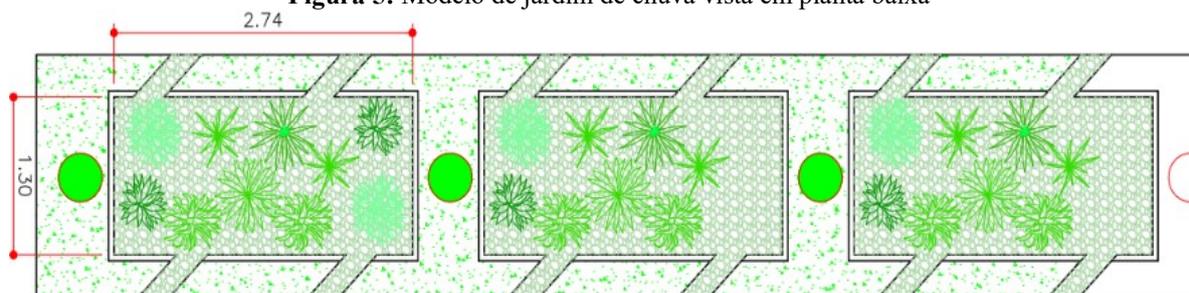
Fonte: Melo et al. (2014)

A implantação do sistema proposto exige um plano de manejo da água, um plano de implantação considerando o ambiente natural existente nos canteiros centrais, onde já se tem a presença de árvores. O objetivo dessa proposta é que os jardins de chuva sejam implantados nas intercalações das árvores.

Na extensão da avenida, entre os três canteiros centrais, a proposta é que se construam os jardins de chuva intercalando-se entre as árvores existentes, o que possibilita aplicar em torno de 119 jardins de chuva podem ser implantados, com dimensões de 1,30 x 2,74 metros, o que dá em torno de 3,56 m<sup>2</sup> de área de armazenamento. A profundidade proposta é de 50 centímetros, gerando uma taxa de armazenamento temporário de água de 1,78m<sup>3</sup>, totalizando na extensão, um armazenamento de 211,94 m<sup>3</sup> de água que, em litros, gera 211.940,00 litros. Nas rotatórias, o volume de água que se possibilita armazenar é de 330,26m<sup>3</sup> e 207,74m<sup>3</sup> respectivamente, o que totaliza uma taxa de 538.000,00 litros de água.

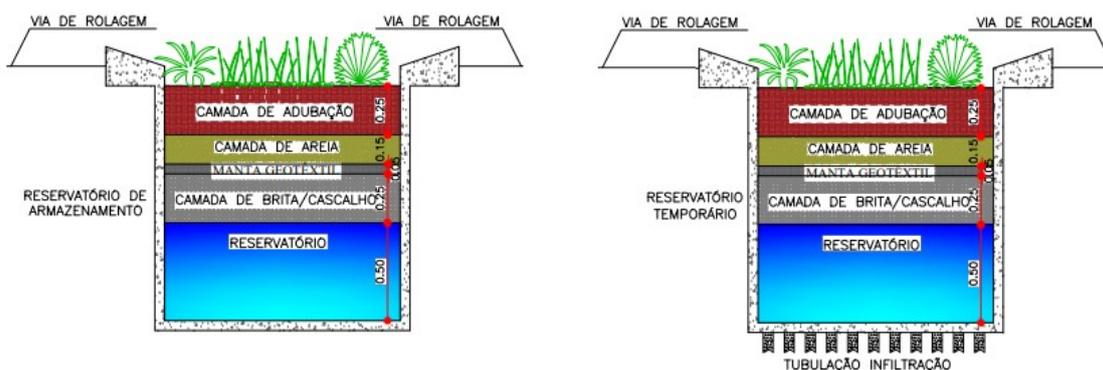
Nas Figuras 5 e 6, é demonstrado o modelo a ser implantado, com a ilustração das camadas e da estrutura do reservatório, que permite seu emprego como sistema de armazenamento para utilização futura da água em ações como irrigação. O outro modelo é de reservatório temporário, que tem como objetivo encher no momento da chuva e após ser removida com uma tubulação de dreno presente no fundo e perfurada para colaborar na infiltração da água ao solo.

**Figura 5:** Modelo de jardim de chuva vista em planta baixa



Fonte: Próprio (2020)

**Figura 6:** Modelo de jardim de chuva vista em corte



Fonte: Próprio (2020)

Se comparado com os dados pluviométricos, onde a média mensal dos três últimos anos apresenta-se em torno de 2.117mm (tabela 1), o volume de água precipitado diariamente é de aproximadamente 82.300 litros de água, o que demonstra a viabilidade do sistema de jardins de chuva apresentado, que acumula próximo de 749.940 litros, ou seja, o sistema suporta o volume precipitado na área de estudo e contribui para retenção da água das áreas ao entorno da localidade estudada. Como o sistema é integrado ao sistema de drenagem existente, no valor de litros mensal precipitados de 2,5 milhões de litros (tabela 2), o que não

fosso retido pelo jardim de chuva seria dissipado pela tubulação de drenagem existente na localidade.

**Tabela 2:** Volume médio mensal de precipitação dos últimos 3 anos

mm - precipitação acumulada	mm dia de precipitação (1m <sup>2</sup> )	mm totais na área de 14.190m <sup>2</sup>	litros totais diário	litros precipitados mensal
2.117,00	5,80	82.302,00	82.302,00	2.469.060,00

Fonte: Próprio

Com a implantação do jardim de chuva, a uma redução de aproximadamente 30% do volume de água da chuva, que pode ser armazenado com o sistema proposto podendo ser reutilizado para outras finalizadas, como também caso escolhido ser infiltrado ao solo, por meio do sistema de tubulação de infiltração, repondo a carga no lençol freático e contribuindo para o ciclo da água.

O sistema proposto inicialmente tem a função de demonstrar a possibilidade de estruturas mais sustentáveis, o que obriga para etapa futura da pesquisa, um estudo aprofundado a área de estudo e integrando os demais pontos de alagamento, como também a inserção de dados sobre a estrutura de drenagem existente no local e sua capacidade total. Isso contribuirá para que o estudo possa ser implantado com maior segurança e embasamento científico, gerando dados quantitativos do real dimensionamento do volume final dos reservatórios do jardim de chuva. Podem ser integrados sistemas inter-relacionados, que colaborem com o sistema de forma mais eficiente, compreendido como uma necessidade real na cidade de Sinop, já que, em diversos pontos, apresentam-se ocorrências de elevação da camada de água acumulada no momento de precipitações.

## 5. CONCLUSÃO

Com as mudanças climáticas, a alteração do solo e ocupação deste nos centros urbanos, percebe-se a relação cada vez mais próxima da ocorrência de alagamento e enchentes nas cidades. Os sistemas de drenagem urbana tradicionais mostram-se limitados ao longo dos anos, considerando que foram projetados, muitas vezes, sem a perspectiva do crescimento urbano local como ao tempo da manifestação dos problemas. A aplicação de sistemas de prevenção mais sustentáveis aliados aos já existentes mostram-se mais eficientes e tendem a integrar a população aos processos mais conscientes e sustentáveis.

Com a implantação de sistemas sustentáveis, os riscos com enchentes e alagamentos são minimizados e, mais que isso, o seu custo quando considerados os prejuízos com tais problemas, também se justificam. Pode ser considerado vantajosa a implantação de sistemas mistos de drenagem, reiterando-se que não se descarta a necessidade de melhorias no sistema de tubulações existentes. Essa nova abordagem frente aos problemas apresentados no município de Sinop, contribui para um novo olhar e aplicação de técnicas ainda não disseminadas nos centros urbanos brasileiros, demonstrando que alternativas sustentáveis, quando bem implementadas, podem contribuir significativamente para a melhoria da drenagem urbana.

Com a pesquisa, a proposta de implantação de jardins de chuva mostra-se uma alternativa sustentável e eficiente na melhoria do sistema de drenagem urbana na localidade da Avenida das Embaúbas, minimizando os impactos causados pelas cheias advindas das chuvas. É perceptível que o sistema de drenagem atual não comporta o crescimento local das edificações, sendo estas de grande porte e comercial, o que minimiza expressivamente as áreas de infiltração ao solo pela água e/ou uso futuro da água coletada. Conclui-se que o objetivo do estudo se apresentou relevante e aplicável no local analisado, sendo importante o avanço das pesquisas sobre alternativas que se integrem melhor ao meio ambiente e

promovam a sustentabilidade, aproveitando a potencialidade das águas precipitadas como o reuso, por exemplo, ou aumentando a sua infiltração no lençol freático.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, M. de S. P.; POLETO, C.. **Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: dispositivos**. HOLOS Environment, v.12 n.2, 2012 - P. 121. ISSN:1519-8634 (ON-LINE). Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/3054/4903>>.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Divisões hidrográficas do Brasil**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/monitoramento/panorama-das-aguas/divisoes-hidrograficas>>.

ARAUJO, Rosalia de Aguiar et al.. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. VOL. 39(4) 2009: 865 - 878 v. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/aa/v39n4/v39n4a15.pdf>>.

BOLDRIN, Mirtes Tatiane Neisse; CUTRIM, Alterêdo Oliveira. **Avaliação de impactos potenciais nas águas subterrâneas urbanas de Sinop (MT) usando a matriz de Leopold**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 33, n. 1, p.89-105 , 2014. Disponível em: <[https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/33/volume33\\_1\\_files/33-1-artigo-7.pdf](https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/33/volume33_1_files/33-1-artigo-7.pdf)>.

BOLONHEZ, Bruna Forestieri; MOTTA, Bárbara Lorrayne da Silva; SOARES, Paulo Fernando. **Planos diretores de drenagem urbana: concepção e cenário atual**. ANAIS X EPCC. UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá. 2 a 26 de Outubro de 2017. Disponível em: <<https://proceedings.science/epcc/papers/planos-diretores-de-drenagem-urbana%3A-concepcao-e-cenario-atual>>.

CORRENT, Luan; LEHMANN, Priscila. **Telhado verde: da babilônia aos dias atuais**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVII, Nº. 000107, 17/04/2017. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/telhado-verde-da-babilonia-aos-dias-atuais>>.

DALTOÉ, Maurício Francisco. **Análise Qualitativa de Resíduos Sólidos Presentes nas Redes de Micro e Macrodrenagem na Cidade de Pelotas – RS**. 2015. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2015/12/TCC-Mauricio-Daltoa.pdf>>.

FINKLER, Raquel. Unidade 1 - **A bacia hidrográfica**. Planejamento, manejo e gestão de bacias. 20\_\_\_. Disponível em: <[http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias\\_hidrograficas/planejamento\\_manejo\\_e\\_gestao\\_unidade\\_1.pdf](http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf)>.

FUZIY, Christiane Assunção. **Águas em ambientes urbanos**. Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – PHA. Relatório Facilitadores de infiltração e qualidade das águas. 2012. Disponível em: <[http://www.pha.poli.usp.br/default.aspx?id=5&link\\_uc=disciplina](http://www.pha.poli.usp.br/default.aspx?id=5&link_uc=disciplina)>.

GARRIDO NETO, **Pedro de Souza Telhados verdes como técnica compensatória em drenagem urbana na cidade do Rio de Janeiro**: Estudo experimental e avaliação de sua adoção na bacia do rio Joana a partir do uso de modelagem matemática / Pedro de Souza Garrido Neto – Rio de Janeiro: UFRJ / COPPE, 2016. Disponível em: <<http://www.coc.ufrj.br/en/documents2/mestrado/2016/2867-neto-psg-tm-16>>.

GUSMÃO, Paulo Pereira de; PAVÃO, Bianca Borges Medeiros. **Gestão das águas, comitês de bacias hidrográficas e resolução de conflitos ambientais**. AMBIENTES. Volume 1, Número 2, 2019, pp. 38-77. ISSN: 2674-6816. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/download/23032/14956>>.

JUSANTE E MONTANTE. 2020. Disponível em: <https://www.diferenca.com/jusante-e-montante/>>. **Manejo de águas pluviais urbanas** / Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: <[https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5\\_tema\\_4.pdf](https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf)>.

JUSTINO, Eliane Aparecida; DE PAULA, Heber Martins; PAIVA, Ed Carlo Rosa. **Análise do efeito da impermeabilização dos solos urbanos na drenagem de água pluvial do município de Uberlândia-MG**. ISSN: 1519-7816 vol. 13 nº 2 jul/dez. 2011 páginas: 16 – 38. Espaço em Revista. 2011.

KOEPPEN. Clima. (1948) Disponível em: <<https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>.

KURODA, Christopher Yuity. **Análise do sistema de drenagem urbana na região do Parque de Exposições Francisco Feio Ribeiro**, Maringá-PR. Maringá, 2016. 127 f.; Il.; 30 cm. Disponível em: <<http://www.peu.uem.br/Christopher2.pdf>>.

LEAL, Georla Cristina Souza de Gois; FARIAS, Maria Sallydelândia Sobral de; ARAUJO Aline de Farias. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano**. QUALIT@S Revista Eletrônica.ISSN 1677-4280 V7.n.1. Ano 2008.

LIMA, Altieris Porfírio; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Análise de episódios de alagamentos e inundações urbanas na cidade de São Carlos a partir de notícias de jornal**. Revista Brasileira de Climatologia. ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica). Ano 10 – Vol. 15 – JUL/DEZ 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/33406/25020>>.

Lopes, Reijane Coelho; Souza, Lucas Barbosa e. **A questão das inundações em Palmas (TO), segundo a percepção de moradores e usuários**: contribuição ao processo preventivo por meio da educação ambiental. [nemad@uft.edu.br](mailto:nemad@uft.edu.br) - Interface (Porto Nacional), Edição número 05, Outubro de 2012. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/interface/article/view/369/259>>.

MANUAL DE DRENAGEM E PLANO DE AÇÕES. **Plano de Drenagem urbana de Irati**. Relatório de Recomendações. Irati – PR. Março-2019. Disponível em: <<http://irati.pr.gov.br/uploads/pagina/arquivos/FermaPPDUP05PlanoDiretorDrenagemUrbanavf.pdf>>

MELO, Tássia dos Anjos Tenório de et al. **Trincheira de infiltração como técnica compensatória no manejo das águas pluviais urbanas**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 53-72, jul./set. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ac/v16n3/1678-8621-ac-16-03-0053.pdf>>.

MELO, Tássia dos Anjos Tenório de et al. **Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas**. Ambient. constr. [online]. 2014, vol.14, n.4, pp.147-165. ISSN 1678-8621. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1678-86212014000400011>>.

MENDONÇA, T. N. M. de, & MELO, A. B. de. (2017). **Telhado verde modular extensivo: biodiversidade e adaptação das plantas aos Blocos TEVA**. PARC Pesquisa Em Arquitetura E Construção, 8(2), 117-126. v. 8 n. 2 (2017). Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/parc.v8i2.8649606>>.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa - 2040 - **Gestão de riscos e resposta a desastres**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais. Sistemática 2012. Disponível em: <[https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/Manual\\_de\\_Drenagem\\_2012.pdf](https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Manual_de_Drenagem_2012.pdf)>.

NASCIMENTO, Melchior Carlos do. **Problemas socioambientais causados pelas chuvas em cidades da região metropolitana de Maceió, Brasil**. Biblio3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Universitat de Barcelona. ISSN: 1138-9796. Vol. XXIV. Núm. 1.276. 20 de agosto de 2019. Disponível em: <<http://revistes.ub.edu/index.php/b3w/article/view/27489/29564>>.

POMPÊO, Cesar Augusto. **Drenagem urbana sustentável**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental Universidade Federal de Santa Catarina – Tele. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 5 n.1 Jan/Mar 2000. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/46/c6be0bdb36e71f441b574b6a63d5a75a\\_2d24ccc39dc0666232d4d538fcef31f.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/46/c6be0bdb36e71f441b574b6a63d5a75a_2d24ccc39dc0666232d4d538fcef31f.pdf)>.

RIGHETTO, Antônio Marozzi (coordenador). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: <[https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-finacimento/historico-de-programas/prosab/prosab5\\_tema\\_4.pdf](https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-finacimento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf)>.

ROCHA, Paulo Cesar; SANTOS, Aline Aparecida dos. **Análise hidrológica em bacias hidrográficas**. Mercator, Fortaleza, v. 17, e17025, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.4215/rm2018.e17025>> ISSN: 1984-2201. Copyright © 2002, Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v17/1984-2201-mercator-17-e17025.pdf>>.

SANTOS, Karla Azevedo; RUFINO, Iana Alexandra Alves; BARROS F.; Mauro Normando Macêdo. **Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande – PB**. Eng Sanit Ambient | v.22 n.5 | set/out 2017 | 943-952. Disponível em: <[scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-s1413-41522016146661.pdf](https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-s1413-41522016146661.pdf)>.

ONEDA, Tânia Mara Sebben. **Planos diretores de drenagem urbana**: uma análise comparativa entre planos de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC. Centro de Ciências Tecnológicas – CCT. Programa de pós graduação em engenharia civil. Joinville, 2018. Disponível em: <[udesc.br/arquivos/cct/id\\_cpmenu/706/T\\_ni\\_a\\_Mara\\_Sebben\\_Oneda\\_15293308063114\\_706.pdf](http://udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/706/T_ni_a_Mara_Sebben_Oneda_15293308063114_706.pdf)>

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA. **Manual de Drenagem Urbana** Volume VI Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul Setembro/2005. Disponível em: <[http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu\\_do\\_c/manual\\_de\\_drenagem\\_ultima\\_versao.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_do_c/manual_de_drenagem_ultima_versao.pdf)>.

RIBEIRO, Eduarda Izabelly Soares et al. **Verificação da eficiência do sistema de drenagem urbana de águas pluviais em área de ocupação espontânea**. IX Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, XV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e III Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade. Belo Horizonte – MG. 2017. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/xvneamb/058.pdf>>.

RIBEIRO, Suzana Kahn; SANTOS, Andrea Souza. **Mudanças climáticas e cidades**: relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: PBMC, COPPE-UFRJ, 2016.

ROCHA, M. A. da. **Paisagem urbana integrada às técnicas compensatórias de drenagem**: solução para os alagamentos em Brasília / Brasília, 2019. 196 p. Disponível em: <[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/36749/1/2019\\_MarianaArrabaldaRocha.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/36749/1/2019_MarianaArrabaldaRocha.pdf)>.

SOUZA, Vladimir Caramori Borges de. **Gestão da drenagem urbana no Brasil**: desafios para a sustentabilidade. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v.1, n.1 – Souza, p. 057-072, 2013 – ISSN: 2317-563X. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7105>>.

SUDERHSA – **Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**. Plano diretor de drenagem para bacia do Rio Iguaçú na região metropolitana de Curitiba. Relatório Final – Volume 1 – Definição do sistema institucional. Dezembro, 2002. Disponível em: <[http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume1/SUD0101RP\\_WR004\\_FI.pdf](http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume1/SUD0101RP_WR004_FI.pdf)>.

TARGA, Marcelo dos Santos et al. **Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba**, Belém, PA, Brasil. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 7, n.2, 2012. Disponível em: <[http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/905/pdf\\_670](http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/905/pdf_670)>.

TASSI, Rutinéia; TASSINARI, Lucas Camargo da Silva; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia and PERSCH, Cristiano Gabriel. **Telhado verde**: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. Ambient. constr. [online]. 2014, vol.14, n.1, pp.139-154. ISSN 1678-8621. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1678-86212014000100012>>.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas** – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco 2005. I. Inundação – Urbano – Recursos Hídricos. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/285/o/Gest%C3%A3o\\_de\\_Aguas\\_Plu](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/285/o/Gest%C3%A3o_de_Aguas_Plu)>

viais\_\_.PDF?1370615799>.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). Disponível em: <[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274\\_pt.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38004/LCBRSR274_pt.pdf)>.

TUCCI, Carlos E. M. **Drenagem urbana**. Ciência e Cultura Print ISSN 0009-6725 Cienc. Cult. vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/drenagem-urbana.pdf>>.

TURETTA, Ana Paula Dias. **Mudanças de Uso da Terra em Bacias Hidrográficas**. Embrapa Solos Rio de Janeiro, RJ 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87953/1/DOC-139-Mudancas-Uso-Terra-BH.pdf>>.

VIANN, Paulo Mario Ripper. **Automação na drenagem urbana e reaproveitamento das águas depositadas nos tanques**. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01, p. 000143, 2018. Disponível em: <[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_paulo\\_viana\\_0..pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_paulo_viana_0..pdf)>.