

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SINOP-MT

FLAVIA MACIEL MIRANDOLA¹
FERNANDO DANTE MORARI²

RESUMO: Observa-se que durante toda a história, a humanidade sempre buscou a evolução de sua espécie e de suas tecnologias, contribuindo para o conforto no trabalho e em suas moradias. Utilizando-se da água para o aprimoramento e subsistência de sua comunidade. Água encanada, ruas pavimentadas, saneamento básico, acesso à educação, à saúde entre outras necessidades básicas. Com o crescimento desordenado e a superlotação, as cidades começaram a enfrentar problemas relacionados com a infraestrutura, a drenagem pluvial e a mobilidade urbana. As cidades começaram a serem construídas de forma impermeável e as inundações, enchentes, buracos nas pistas e problemas com o trânsito começaram a se tornar frequentes, uma vez que as águas pluviais passaram a escoar mais e infiltrar menos. Esse estudo buscou analisar as patologias contidas nos projetos que envolvem a drenagem pluvial, em como elas impactam na mobilidade e comodidade urbana, e visa apresentar as causas e possíveis soluções para esses problemas, dentro do município de Sinop/MT.

PALAVRAS-CHAVE: Chuva; Mobilidade urbana; Infra-estrutura; Enchentes; Escoamento pluvial.

EXECUTION ANALYSIS OF URBAN DRAINAGE IN THE MUNICIPALITY OF SINOP-MT

ABSTRACT: As can be observed throughout history, the humanity has always sought the evolution of its species and its technologies, looking for comfort at work and at home. The humanity always used water for the improvement and livelihood of the communities. This through implementation of channelled water, paved streets, basic sanitation, access to education, health and satisfaction of other basic needs. With disorderly growth and overcrowding, cities began to face problems related to infrastructure, rainwater drainage and urban mobility. As cities started to be built in an waterproof manner floods, holes in the roadways and traffic problems started to become frequent, since rainwater started to flow more and infiltrate less. This study aims to analyze the pathologies contained in projects involving rainwater drainage, how they impact urban mobility and comfort; it also aims to detail the causes and possible solutions to these problems, within the municipality of Sinop / MT.

KEYWORDS: Rain; Urban mobility; Infrastructure; Floods; Rainwater runoff.

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: flaviajuina29@hotmail.com;

² Professor Especialista em Gestão e Planejamento de Projetos e Obras, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: eng.fmorari@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo Canholi (2015), o mundo sofre com as chuvas e os problemas que elas causam durante os períodos chuvosos. Existem regiões em que as precipitações são escassas e ocasiona problemas com o abastecimento das cidades. Já em outras regiões, as chuvas são sazonais ou até mesmo cai em maior frequência em períodos curtos de tempo, o que podem ocasionar patologias como enchentes, inundações, problemas com o saneamento básico e com a mobilidade urbana.

As inundações em regiões urbanas são comuns quando se analisa os níveis alterados de precipitações, mau dimensionamento dos sistemas de captação e transporte de águas pluviais, podem ser causadas por um comportamento natural decorrente da direção de um rio, dependendo da proximidade de sua encosta e, um dos fatores principais são as alterações geradas pelo homem durante o processo de urbanização, em que algumas ações diretas acabam favorecendo a inundação (POMPÊO; 2020).

Em seus estudos, o autor Tucci (1995 e 1997) comenta que o aumento gradativo da urbanização, conseqüentemente afeta a capacidade de permeabilização do solo, podendo se relacionar a área impermeável à área habitacional e que a falta de implantação de obras de escoamento geram impactos no desenvolvimento urbano das cidades, além da elevada densidade de impactos ambientais ligados diretamente à conservação dos recursos hídricos naturais e o aumento da produção de resíduos sólidos que afetam diretamente as bacias hidrográficas.

O crescente desenvolvimento humano juntamente com o desenvolvimento urbano, desencadeia um processo de aglomeração de pessoas em pouco espaço. Evidentemente, a maioria das cidades não possuem projetos de infraestrutura adequada para a demanda do desenvolvimento urbano, principalmente no quesito hidrográfico, o que promove com o acúmulo das chuvas o mau funcionamento do sistema de captação dessas águas.

Em regiões onde o período de estiagem é longo, o sistema de drenagem e captação das águas pluviais, são essenciais para o abastecimento local. Dado o fato da falta de água, a alternativa é a captação e tratamento das águas pluviais para o consumo e saneamento. Quando há o excesso de chuva, é preciso que o sistema de drenagem seja capaz de escoar toda a água sem causar tantos danos para os cidadãos, porém o que se vê diariamente é o contrário. Fato esse motivado pela falta de infraestrutura na drenagem urbana, agravado pela urbanização exacerbada e descuido humano.

Diariamente é possível encontrar matérias em jornais, revistas, artigos ou publicações em redes sociais, a indignação das pessoas com os alagamentos e inundações em suas cidades. Esse fator é agravado quando as regiões enfrentam constantes chuvas torrenciais não previstas. A falta de estudos mais específicos sobre a incidência de chuvas, a precipitação ao longo dos anos, erros de dimensionamento e a falta de recursos adequados para a implantação dos projetos, agravam ainda mais a situação em cidades, bairros e condomínios mal dimensionados.

Diante dos problemas com a drenagem de águas pluviais, é necessário realizar estudos prévios sobre todos os fatores que podem contribuir para sanar o aparecimento de patologias futuras com o sistema de drenagem. É preciso também, atentar-se nas condições do

relevo e do solo de cada região, para assim dimensionar e projetar perfeitamente todo esse sistema.

De acordo com Guilherme (2018), a cidade de Sinop no estado do Mato Grosso, possui um relevo plano, com baixa declividade, e lençol freático parcialmente superficial, o que dificulta a implantação de projetos de drenagem e sistema de tratamento das águas pluviais e de esgoto. Nessa cidade, há muitos problemas relacionados à drenagem urbana, pois em temporadas de chuvas e cheias dos rios, ocorrem alagamentos nas avenidas principais. Isso devido ao elevado desenvolvimento urbano, a alta impermeabilidade dos espaços públicos, ao descuido da população com seus resíduos e com possíveis falhas em projetos de drenagem

Vale ressaltar ainda importância da contribuição de todos os engenheiros envolvidos com os projetos, visando um projeto de forma a evitar patologias futuras com a correção de possíveis erros técnicos, ainda na fase de criação e execução. O objetivo desse estudo foi a avaliar a implementação e execução do sistema de drenagem na Avenida Alexandre Ferronato e Avenida Abel Dal Bosco na cidade de Sinop-MT, levando em consideração os projetos de drenagem e mobilidade urbana e o acompanhando cada etapa da obra.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Problemas hídricos e gestão de infraestrutura

Por volta da década de 1970 na América Latina, as pessoas que viviam nas fazendas e lugares afastados, passaram a se aglomerar nas cidades sobrecarregando os sistemas de infraestrutura de saneamento básico e obras de abastecimento local. No Brasil, o processo de migração para o centro urbano ocorreu de forma semelhante, e todos os resquícios desse processo permanece até hoje, devido à falta de organização e gestão pública, falta de infraestrutura adequada, e planejamentos urbanos (TUCCI, 2004).

Atualmente o mundo enfrenta um real problema hídrico, causado por um aumento populacional exorbitante das últimas décadas, conseqüentemente o uso irracional da água tanto das pessoas quanto das empresas, o consumo predatório da água nos campos, a contaminação por agentes químicos e a má administração das águas pluviais, contribuem para a escassez deste recurso que a sociedade vem enfrentando. Existem várias campanhas de conscientização global evidenciando a necessidade do cuidado com a água, porém nem todas as pessoas concordam com os estudos que apontam a existência do uso inconsciente deste recurso, reafirmando a crença de que este seja infinito (VICTORINO, 2007).

O aumento populacional é um fator condicionante para problemas na infraestrutura de drenagem e abastecimento de água nos grandes centros. Alguns estudos mostram que em 1950, cerca de 60% da população brasileira vivia em territórios rurais. Estudos mais recentes apontam que esse número caiu para 16%, havendo a migração para as cidades em busca de qualidade de vida. Contudo, essa movimentação em massa e desorganizada, acabou por desencadear incontáveis danos à saúde pública, danos esses acarretados pela má distribuição e promoção de um saneamento básico de qualidade, o que está diretamente ligado com a má implantação de drenagem urbana (COSTA; LOBO, 2020).

As grandes aglomerações nos centros urbanos passaram a ser um grande desafio para a criação e execução de uma infraestrutura capaz de comportar esses números elevados de construções civis, correspondente ao grande percentual de pessoas nas grandes cidades. Com as áreas antes permeáveis agora se tornando impermeáveis e com a poluição do meio ambiente, os sistemas de captação de água das chuvas começaram a ser insuficiente para a grande demanda. Entupimentos das canalizações devido ao acúmulo de lixo, vegetação sem cuidados, o dimensionamento inapropriado nos sistemas de drenagens são fatores comuns no dia a dia da população que necessita de uma infraestrutura bem planejada (CANHOLI, 2015).

Dada à evolução de técnicas de drenagem urbana, pode-se dizer que a sociedade já passou pela primeira e segunda fase de conceituação de drenagem, sendo a primeira caracterizada pelo descarte total das águas pluviais sem o controle das bacias e mananciais demográficos, e a segunda fase caracterizada pela conscientização do desenvolvimento sustentável. Pode-se dizer que a terceira fase acontece na atualidade, onde busca-se alternativas de controle de bacias demográficas, áreas de captação de água, técnicas de reaproveitamento de água e desenvolvimento de obras sustentáveis (MOURA, 2004).

Mesmo com todos os avanços da tecnologia e com a preocupação das pessoas com o meio ambiente, é possível perceber que ainda há defasagem com os sistemas de drenagem urbana, com os projetos, com os materiais e os recursos de qualidade para tal implantação. Muitas vezes isso ocorre pelo fato de faltar excelência nos estudos mais aprofundados sobre a precipitação, os locais mais afetados ao longo do tempo, com os serviços de mão de obra, e também com estudos do solo relacionados à permeabilidade (MOURA, 2004).

Outro fator importante mencionado por Oliveira e Gonçalves (2019), é que o crescimento populacional desorganizado afeta diretamente os custos com a infraestrutura do saneamento básico, e com as obras de drenagem urbana, aumentando os preços e dificultando as soluções alternativas para a demanda local.

De acordo com os estudos de Tucci e Collischonn (1998), se há falha na implantação do sistema de drenagem, esses erros podem ser grandes e severos, além de serem constantes nos períodos de chuvas e nas cheias dos rios. A falha no sistema de drenagem desencadeia alagamentos, possíveis rompimentos de estradas, desabamentos de pontes e residências, buracos em rodovias, engarrafamentos no trânsito, erosão em encostas e muitos outros prejuízos com a mobilidade e bem estar urbano.

Fatores como esses podem ser evitados com projetos e políticas públicas de recuperação da vegetação nativa nas encostas, proteção das nascentes e dos rios, descarte residuais em locais apropriados e através da aplicação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, evitando assim maiores transtornos à população e conseqüentemente ao poder público (TUCCI; COLLISCHONN, 1998).

A engenharia atua diretamente em todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento urbano e de implantação de projetos de infraestrutura. Os profissionais de engenharia devem sempre estar um passo a frente das possíveis patologias, na hora de projetar e dimensionar. A busca por melhorias na forma de captação das águas e destino final, é um papel importante para um engenheiro que também deve se preocupar com formas de reaproveitamento e novos meios de sensibilizar a população, sobre os aspectos da contribuição pessoal com as obras de infraestrutura (TUNDISI, 2008).

2.2 Infraestrutura de drenagem

Sendo a água um recurso obtido da natureza, ela pode ser coletada de maneiras diferentes, como por vias subterrâneas (poços e lençóis freáticos) ou por precipitação (chuvas). A quantidade de água contida no solo varia de acordo com o índice de precipitação local, e essa pode sofrer alterações ao longo do tempo. Esse fator afeta diretamente as regiões tanto pela ausência quanto pelo excesso de chuvas, que podem trazer grandes agravantes para a agricultura, mobilidade urbana e economia local (BERTELLA *et al.*, 2019).

Em um ciclo chuvoso (período que compreende a temporada de chuva e a temporada de seca), os conhecimentos sobre os níveis de precipitação, níveis dos rios e dos lençóis freáticos, são fatores fundamentais para avaliação do comportamento hídrico da região, tanto no ramo da construção civil quanto no ramo da agropecuária (ANGELO *et al.*, 2004).

O estudo das precipitações é de grande importância para a caracterização do período chuvoso do local, permitindo um melhor planejamento na conservação do solo, práticas agrícolas, planejamento de sistemas de infraestrutura de drenagem urbana e destinação das águas. Com base nesses estudos, é possível ainda estimar previsões pluviométricas futuras, o que promove uma melhora nos projetos de drenagem e de utilização das águas (PEÑALVA, *et al.*, 2007).

Utilização essa que realmente melhora o desenvolvimento da população, beneficia a saúde, o meio ambiente, que além de ser mais preservado, também contribuiu para uma qualidade na distribuição e reaproveitamento das águas das chuvas, por isso vale ressaltar a suma importância de uma implantação de projetos futuros de qualidade na engenharia de drenagem e amenizando as patologias causadas pela péssima construção dos saneamentos básicos e de infraestrutura pública.

2.2.1 As causas dos problemas com a drenagem urbana

Um fator importante para o estudo da projeção de sistemas de drenagem, é o relevo da região. A declividade do relevo contribui diretamente para o escoamento das águas pelas vias e canais, facilitando assim o transporte da mesma. Porém, a alta declividade pode influenciar em problemas com a velocidade de escoamento e com a erosão (CSOBI; MARTINS, 2011).

Nesse conceito, os autores comentam ainda que em regiões que possuem o relevo plano, encontram dificuldades para o escoamento das águas pluviais, sendo necessário maiores obras para adaptação do local, o que as vezes leva a orçamentos elevados. Outro fator que pode ser um agravante desses custos, é a localização do lençol freático.

As cidades são verdadeiras “selvas de pedras”, lotadas de construções em diversos tipos de materiais impermeáveis, como concreto, asfalto e cerâmica. O fato de serem extremamente impermeáveis, colabora com um fator que atua diretamente com as causas dos problemas com a drenagem, o desmatamento e a falta de vegetação, seja nas encostas dos rios e canais d'água ou dentro das cidades, são fatores negativos que influenciam nesses danos. A vegetação fornece estabilidade ao solo, evitando a erosão, fornece também proteção contra deslizamentos de terra e evita a velocidade excessiva das águas ao chegar nos pontos de coleta. Além dessas contribuições, a vegetação auxilia no controle de temperatura local e global, promovem beleza ao local e ainda absorvem gases que contribuem com o aquecimento global, como o dióxido de carbono (CANHOLI, 2015).

O autor comenta ainda que, quando há o escoamento superficial, devido as condições de impermeabilidade do solo e falta de vegetação, a alta velocidade com que as águas escoam sob a superfície pode ocasionar problemas, como a erosão, deslizamento das encostas,

instabilidade no solo e o transporte de materiais sólidos. O gerenciamento de resíduos sólidos, sejam de construção ou resíduos sólidos domésticos, é outro fator que colabora com as patologias existentes nos sistemas de drenagem pluvial urbana. Quando há inundações nas regiões, geralmente comenta-se que houve falhas nas obras de implementação, mas de acordo com Neves e Tucci (2008) o grande problema nessas condições é o mal gerenciamento dos resíduos sólidos.

Percebe-se na atualidade, um grande acúmulo de lixo e resíduos de construção nos rios, lagos, nas ruas, nas valas, nos tubos, nas sarjetas e em todo sistema de drenagem. Esse acúmulo exorbitante de lixo, obstrui e entope os dispositivos, ocasionando assim as inundações em determinados locais. Mesmo havendo sistema de coleta de lixo e obras para destinação dos resíduos, existem pessoas que não pensam no bem estar da cidade e, por preguiça ou desleixo, jogam seus lixos em lugares indevidos.

O autor comenta ainda que, existem outros fatores que contribuem para a caracterização de patologias como inundações, que são o uso indevido das encostas dos rios, desmatamento, uso inapropriado de água nas residências, instalações de poços artesianos clandestinos e mal gerenciamento de resíduos, tanto de construção quanto domésticos.

2.3 Plano diretor de drenagem Urbana

Um condicionamento urbano é resultado de diversos fatores sendo necessário a criação de um Plano diretor, que visa avaliar a distribuição de água e de drenagem urbana no tempo e espaço, baseando-se na distribuição e ocupação urbana, possibilitando assim um controle de ocupações equivocadas de áreas de risco ou potencialmente alagáveis (TUCCI, 1997).

O autor Kipper (1994), em suas contribuições com a ciência, cita alguns aspectos que podem ser levados em consideração para a criação de um Plano diretor de drenagem urbana. Seguem listados alguns recursos por ele apontados:

- a) Preparo do solo: Mistura de matéria orgânica ao solo, assim melhorando sua característica hidrológica e sua capacidade de infiltrar a permeabilidade do solo;
- b) Bio-retenções: Substituição de uma parcela de solo local por solo preparado, retendo e recebendo águas de pequenas áreas;
- c) Telhado verde: Reduz temperatura e ruídos, retém a precipitação da impermeabilização do telhado comum;
- d) Pavimento permeável: Trata-se de um pavimento com vãos livres na estrutura permitindo a infiltração da água;
- e) Trincheiras de infiltração: parecida com a bio-retenções pois substitui parte do solo local, colocando um material granulométrico armazenando a água até total infiltração no solo. Também é usado bacias, poços e mantas de infiltração;
- f) Micro reservatório: Estrutura de porte pequeno instalado no lote, para captação de água pluvial, que serve para fins não potáveis, como irrigação de plantas;

A adoção de em um plano diretor em determinadas regiões, não garante que todas as cidades serão atendidas de maneira eficaz. Isso ocorre porque existem características que variam entre as regiões, são elas: relevo, declividade, sistema de abastecimento, fauna, flora, leis municipais, períodos chuvosos, proximidades dos cursos d'água, entre outros (CARVALHO, 2019).

2.4 Drenagem das águas

Utiliza-se o termo drenagem para agrupar todos os sistemas, sejam naturais ou artificiais, instalados para designação do escoamento da água em áreas de região rural ou urbana causadas pela precipitação. Existe diferenciação no tipo de escoamento, podendo ser definido quantitativamente e qualitativamente, sendo que seu comportamento pode variar entre um curso natural (precipitação, absorção e transporte pelo solo) ou em um meio alterado pela urbanização (sistemas de encanamentos e vias de escoamento superficiais) (NETO, 2009).

O autor comenta ainda que, o caminho percorrido pelas águas precipitadas, podem ter boa ou má definição, dependendo de onde se encontram essas águas. Em um ambiente natural, onde há presença de vegetação e não há muitos obstáculos impermeáveis (exemplo: em uma floresta), o caminho que as águas percorrem não é delimitado e tende a escoar de forma natural sem agredir o solo e o ambiente. Já em um ambiente onde há diversos obstáculos de percolação e infiltração de água, o caminho feito por esse fluido é delimitado pelas ruas, estradas, avenidas e tubulações, podendo ocorrer problemas futuros, como erosão, enchentes, entupimentos e o colapso do sistema drenante.

2.4.1 Drenagem Natural

O solo é um poderoso sistema natural de drenagem das águas pluviais. É possível encontrar diversos tipos de solos com características distintas que contribuem para a infiltração, percolação, drenagem e escoamento da água. Diferentes tipos de solos agem de maneiras diferentes quando submetidos a grandes quantidades de água. Por exemplo: sabe-se que em um solo arenoso a água percola facilmente e é possível desenvolver um sistema de drenagem livre. Diferente é o caso dos solos argilosos que absorvem muita água e promovem um escoamento das águas precipitadas (MURRIETA, 2018).

Nas zonas rurais, praticamente 100% do sistema drenante é natural, onde o solo absorve a água e ocorre o escoamento subterrâneo. Já em centros urbanos, a infraestrutura drenante é feita de forma artificial (tubos, galerias, cisternas, etc.), pois existem muitas construções e áreas impermeáveis e não dispõe de espaço para infiltração da água. Como a drenagem é realizada de forma artificial, existe o escoamento superficial (TUCCI, 2002).

Em zonas onde existe vegetação e são zonas com alta permeabilidade do solo, o autor Feitosa (2018) *apud* FISRWG (1998) afirmam que quando ocorre a precipitação, cerca de 25% da água é infiltrada no solo, 25% percola profundamente no solo, 10% escoam sobre a superfície, e cerca de 40% evapora. Já em regiões onde a maior parte do solo são impermeáveis, segundo as considerações do autor, quando mesmo que 10% da água infiltra no solo, 5% acaba por percolar no solo, 30% evapora e 55% dessa água escoam superficialmente.

Na atualidade, busca-se sempre a evolução de técnicas e procedimentos construtivos de forma sustentável, promovendo o equilíbrio entre humanos e meio ambiente. Com a preocupação com a sustentabilidade sendo muito mais exigida, busca-se alternativas de amenizar as patologias geradas pelos impactos das drenagens artificiais dos grandes centros na natureza. É possível perceber que já existem programas de conscientização da população, criação de áreas verdes, promoção da utilização de pavimentos permeáveis, reutilização das águas pluviais entre outras ações que contribuem com o sistema de drenagem urbana (TUCCI, 2002).

Pensando em sustentabilidade, existem tecnologias que auxiliam nos sistemas de drenagem. Os autores Almeida e Ferreira (2008), comentam em seu artigo os impactos que a impermeabilização traz para a mobilidade urbana e os aspectos positivos da utilização de

pavimentos verdes, ou seja, de pavimentos que permitem a permeabilidade da água e auxilia a percolação da água com grande eficácia.

2.4.2 Drenagem Artificial

Devido aos inúmeros problemas com o saneamento e infraestrutura de drenagem urbana, houve a necessidade de desenvolver alternativas para resolver os problemas como enchentes, inundações e dificuldade de acesso às ruas causado pelo transtorno com o excesso de água. Com base nisso, foi desenvolvido sistemas de drenagem artificiais, que consiste na colocação de tubos, construção de galerias, poços de visita e outros dispositivos voltados para a coleta e transporte das águas pluviais e residuais. Os sistemas de drenagem desenvolvidos, são amplamente utilizados no mundo e é necessário a busca constante por melhorias e aperfeiçoamento (TUCCI, 2002).

Os dispositivos de drenagem, necessitam de pontos constituintes para a locomoção hídrica pluvial e residuária, que vão ser carregados até os sistemas de tratamento e posteriormente às vazantes. Desta forma, pode-se mencionar que existem dois tipos principais de drenagem: sistema de macrodrenagem e sistema de microdrenagem (MEDAU, 2018).

2.4.2.1 Sistema de Macrodrenagem

Para Oliveira Filho (2019), a macrodrenagem é um sistema grandioso, composto por valas e canais com grandes dimensões que foram projetados para grandes vazões. Para o desenvolver desse sistema, são estudados os ciclos das chuvas e os índices chuvosos da região, buscando dimensionar de forma que minimize os impactos provocados por grandes quantidades de água, como alagamentos. É utilizado também para captação hídrica do sistema de microdrenagem e escoamentos superficiais aos arredores.

Essa alternativa de sistema construtivo, é utilizada para evitar que contaminantes e/ou resíduos sólidos entrem em contato com a água. Dessa maneira, é possível evitar possíveis entupimentos e outras patologias como rachaduras, fissuras e até mesmo a queda de pessoas e animais. Buscando sempre a segurança das vias e das pessoas e demais que as utilizam em seu dia a dia.

2.4.2.2 Sistema de Micro drenagem

De acordo com Tucci (2002), a microdrenagem é um sistema para a captação das águas pluviais e residuárias. Ocorre de forma artificial, ou seja, são sistemas implantados pelo homem buscando a solução para a captação e transporte das águas para um local específico.

Existem estudos sobre a drenagem como um todo, em especial com a microdrenagem e são estudados dispositivos que facilitem a captação das águas. O autor Oliveira Filho (2019) afirma que os dispositivos de microdrenagem são:

- a) Guia ou meio fio: delimita a via pública de pedestre e a via de veículos. Geralmente é construído com concreto e pedras;
- b) Sarjetas: sua função é de escoar as águas pluviais superficialmente, pelas bordas da via.
- c) Sarjetões: são calhas localizadas nos cruzamentos das vias. Tem função de dar origem ao fluxo do escoamento hídrico;
- d) Bocas de lobo: São elementos localizados no decorrer dos meios-fios, nos cruzamentos e em pontos estratégicos da via. Sua função é de coletar as águas escoadas e direcionar para os pontos de coleta e escoamento principais, como as galerias. Podem ser construídos de formas diferentes;

- e) Galerias: são os receptores das águas das bocas de lobo e sua função é levar essas águas para o sistema de macrodrenagem;
- f) Conduto de ligação: é a tubulação intermediária que conduz as águas coletadas das bocas de lobo, para as galerias;
- g) Poços de visita: câmaras visitáveis, localizadas em pontos estratégicos do sistema de coleta pluvial, onde é possível alterar a declividade de sistema e mudar a direção das tubulações. Por serem visitáveis, é possível fazer inspeções de segurança e limpeza;
- h) Trecho: condutos intermediários entre dois poços de visita;
- i) Caixa de ligação: Caixa de alvenaria que reúne os condutos e liga as galerias.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A região Centro-Oeste do Brasil, composta pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito federal, possui estações bem definidas, onde a temporada de estiagem (seca) é bem delimitada durante o inverno e o período chuvoso ocorre frequentemente durante o verão quando ocorrem os maiores índices de precipitação (DA ROCHA *et al*, 2015).

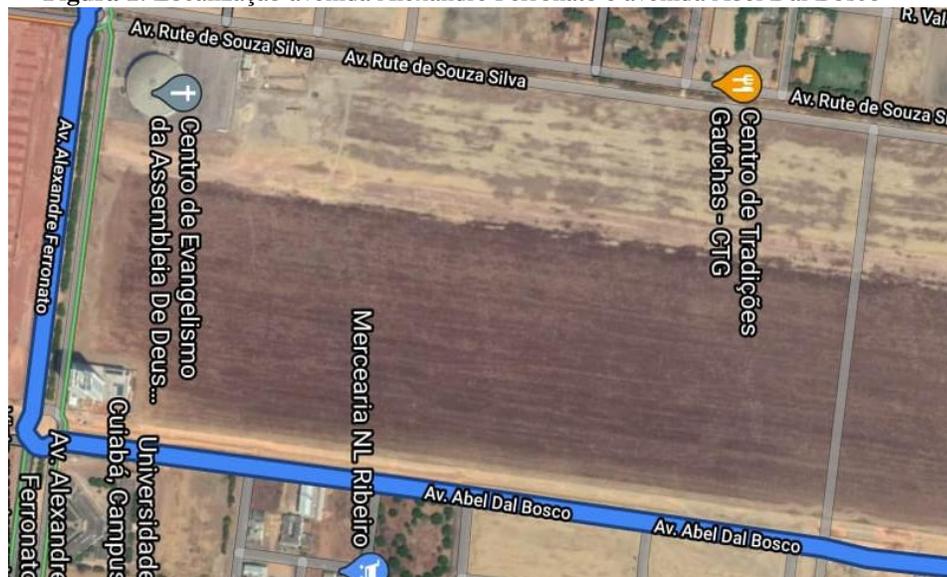
A cidade de Sinop é considerada jovem, com 46 anos. Sendo uma cidade em desenvolvimento, houve exagerada migração de pessoas para essa região, em busca de mudança de vida e riquezas que a região oferecia. Com essa massa de pessoas mudando para Sinop, os problemas com a infraestrutura como abastecimento de água, acesso ao esgoto, acesso à energia elétrica e drenagem urbana, começaram a aparecer e se tornaram frequentes.

Existem bairros na cidade bem projetados e dimensionados, porém, como a implementação de asfalto, calçadas de concreto e impermeabilização de grandes áreas, os problemas com a drenagem pluvial ficaram mais severos. Com as medidas de contenção e a busca em amenizar esses impactos, foram implantadas grandes valas a céu aberto em vários pontos da cidade. Essas valas são popularmente conhecidas como “valetões” elas captam grandes quantidade de água e as destinam para locais específicos de tratamento e de desagüe. Porém, por serem feitas a céu aberto e não existir manutenções adequadas, elas se tornaram um perigo constante para os pedestres, veículos e animais.

Vários acidentes são provenientes de uma falta de estrutura na drenagem das chuvas e permeabilização de toda essa água, relatos de pessoas que caíram nas valas e tiveram ferimentos leves, são reais e constantes. Outros acidentes envolviam a queda de vários animais. Já outros, a queda de veículos, causando onerosos prejuízos. Danos esses que custam a serem reparados, e que sim deveriam ser evitados.

O intuito desse trabalho foi avaliar os dados coletados para o desenvolvimento dos projetos de drenagem, que serão implementados na avenida Alexandre Ferronato e avenida Abel Dal Bosco em Sinop/MT, conforme demonstrado no mapa da figura 01.

Figura 1: Localização avenida Alexandre Ferronato e avenida Abel Dal Bosco



Fonte: Google Maps (2020)

Analisar o que foi considerado para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem, quais os dispositivos que serão executados e o que foi considerado para as obras de infraestrutura do solo, como escavação, compactação, alinhamento, declividade, entre outros.

Com esse estudo foi possível observar as condições de projeto e acompanhar todas as etapas da obra, buscando apontar erros e/ou circunstâncias que possam ser prejudiciais e causar patologias futuras para o sistema de drenagem urbano e para o sistema de mobilidade urbana, como trânsito e passeio das pessoas, para assim visar e contribuir para a segurança das vias e dos pedestres e veículos que a utilizam.

Para a coleta dos dados, utilizou-se equipamentos para anotações (folhas, caneta e notebook), o projeto da obra de drenagem, e informações coletadas com os responsáveis técnicos e engenheiros. Onde foi fotografado pontos de maior relevância no projeto e feito o processamento de dados desenvolvendo tabelas, gráficos e material visual.

O estudo foi realizado na avenida Alexandre Ferronato e avenida Abel Dal Bosco onde está sendo executado a obra de drenagem urbana. O projeto contém um total de 2071,50 metros de rede, 20 poços de visitas (PV), 08 caixas de passagem (CP) e 01 dissipador de energia. As locações dos tubos foram realizadas de acordo com o projeto de drenagem, com a profundidade obedecendo as cotas de projeto. As valas foram escavadas 15 cm abaixo da cota inferior das tubulações, para que possa ser executado o berço de areia drenante. A largura da vala é 80 cm maior que o diâmetro externo da tubulação, 40 cm para cada lado.

A rede de drenagem é dividida por diâmetros diferentes, de acordo com a necessidade de cada trecho. Na avenida Alexandre Ferronato foram utilizados trechos com 1 linha de tubos de diâmetros de 600 mm, 800 mm, 1000 mm, já na avenida Abel Dal Bosco foi necessário 3 linhas de tubos com diâmetro de 1500 mm e aduelas com diâmetro de 2000 mm devido ao grande volume.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando expor as patologias que podem ocorrer com o despreparo e a falta de informação da equipe de trabalho e de execução do sistema de drenagem, para assim atingirem resultados positivos na implantação de materiais que irão sanar as dificuldades apresentadas ao longo deste estudo de caso, que pretende acompanhar e fazer um levantamento parcial da obra nas Avenidas na cidade de Sinop – MT.

A figura 2 representa as etapas iniciais da obra, onde foram iniciadas as escavações na Avenida Abel Dal Bosco.

Figura 2: Início dos procedimentos de escavação



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Nas etapas iniciais, foram realizadas marcações no solo referentes ao alinhamento e outras marcas referentes à profundidade de escavação. Esse procedimento foi realizado por profissionais de topografia e em seguida, um funcionário delimita a área marcada utilizando areia.

Em seguida, com o auxílio de escavadeiras hidráulicas, foram realizados os processos de escavação do solo até a profundidade delimitada pelo projeto e sinalizado(a) pelo(a) topógrafo(a). Também foi considerado o alinhamento que as tubulações devem seguir, para que não ocorram patologias futuras.

A figura 3 a seguir, representa a execução do assentamento dos tubos de concreto com o fundo da vala devidamente regularizado sobre um lastro de areias. O lastro de areia é realizado por uma camada de areia que é inserida na vala onde os tubos serão instalados. Sua finalidade é de manter o alinhamento do tubo e promover a permeabilidade da água para o solo, sem que ocorra erosão ou deslocamento.

Figura 3: Execução do lastro de areia e instalação dos tubos de concreto



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Um fator importante que deve ser mencionado, é que devido a casos onde o solo apresenta elevada umidade, podem ser executados berços de concreto. Pós realizado a instalação dos tubos de concreto, foram feitos os processos de vedação/rejuntamento, internamente e externamente, com finalidade unir um tubo com o outro, sem que haja vazamentos e deslocamento dos mesmo. Para esse processo foi utilizado um traço (receita) de concreto magro, não possuindo características estruturais, apenas de vedação. Esse procedimento está demonstrado na figura 4 a seguir.

Figura 4: Vedação/rejuntamento dos tubos



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Em obras de drenagem urbana existem as caixas de passagem e poços de visitas, que são executados para mudança de alinhamento da tubulação, mudança de diâmetros dos tubos, mudança de declividade e para execução de inspeções futuras.

A figura 5 apresenta uma caixa de passagem em execução, para realizar a mudança de declividade dos tubos.

Figura 5: Montagem caixa de passagem

Fonte: Arquivo pessoal (2020).

As caixas de passagens também podem ser executadas para a diminuição da velocidade e do fluxo das águas. Em casos onde ocorrem precipitações intensas, a velocidade de escoamento deve ser maior para ser capaz de escoar esse volume intenso de água. Contudo, sem que haja uma caixa de passagem, pode ocorrer rompimento e deslocamento dos tubos. Outros dispositivos importantes que são instalados no final das obras de drenagem urbana, são os dissipadores de água, que auxiliam no processo de controle de vazão e direcionamento do fluido. Para a execução desses mecanismos, são utilizados de obstáculos como pedregulhos e sistemas para diminuição da velocidade e fluxo da água, para que não haja erosão ou desvio de curso do rio, conforme representado na figura 06.

Figura 6: Dissipador de Energia

Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Finalizados todos os processos de instalação e ajustes dos tubos, foi iniciado o procedimento de reaterro e compactação das valas, representado pela figura 7 a seguir. Nesse processo foram levadas em consideração a carga do solo e dos equipamentos, para que não houvessem problemas relacionados a ruptura ou deslocamento dos mesmos.

Figura 7: Procedimento de reaterro e compactação das valas



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

4.1 Contratempos nas obras

Essa obra de drenagem urbana teve início em novembro de 2019. Como a região de Sinop/MT apresenta período de precipitação entre setembro e março ocorreu problemas que devem ser considerados a fim de estudo. Problemas esses decorrentes dos períodos intensos de chuvas, dificultando a execução e elaboração do projeto de drenagem, com isso a obra permanece parada nesses meses de dificuldades que aparecem com as chuvas, com esse excessivo volume de água, qualquer obra permanece estagnada durante esse período, tempo de atraso que de fato precisa ser analisado, e observado nos apontamentos no decorrer do estudo.

Por ser uma região que exibe e se observa a caracterização de um relevo plano, a cidade de Sinop/MT pode apresentar um nível de lençol freático elevado, além de ficar evidente um solo que apresenta em sua composição areia e argila, seguimentos estes que se mostra ricos e presentes no solo de toda a região da cidade em questão, formados pela deposição de partículas.

Os primeiros impasses e obstáculos encontrados nos cruzamentos das avenidas Abel Dal Bosco com Alexandre Ferronato, foram a consistências dos solos úmidos e a afloração do lençol freático, ficando evidente o acúmulo de água, a consistência do solo.

A figura 8 e 9 evidencia e demonstra as observações obtidas através do acompanhamento dos estudos e execução das obras.

Figura 8: Vala alagada devido as chuvas



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Figura 9: Tubos de concreto alagados



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Com esse impasse foi realizado a escavação mecanizada para o esgotamento da água acumulada, em seguida foi realizado o entroncamento de 50 cm com pedra de mão arrumada e um berço de concreto de 10 cm, conforme está evidenciado na figura 10 e 11.

Figura 10: Execução de pedra de mão arrumada



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Figura 11: Execução berço de concreto



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Essa solução promoveu permeabilidade da água pelas rochas e garantiu que os tubos ficassem conectados, alinhados e não sofressem interferências da instabilidade do solo.

Outro problema no decorrer da obra, foram as fortes chuvas devidas a época de precipitação na região. Essas chuvas provocaram alagamentos e inundações nas valas onde seriam executadas as instalações dos tubos. Com isso, houve a necessidade de retrabalho com a escavação das valas e desenvolvimento de sistemas drenantes, como o entroncamento sob a tubulação.

Com a necessidade de refazer os trabalhos que já haviam sido executados, houveram atrasos nos cronogramas da obra, exigindo a contratação de novos profissionais e novos

equipamentos para resolver os impasses. Como as obras exigiram reparos devido ao mal tempo, houve oneração nos custos da mesma, sendo necessários ajustes no orçamento.

5. CONCLUSÃO

Devido à urbanização e as grandes massas de pessoas que migram para as cidades todos os anos, as obras de drenagem são essenciais para a humanidade, pois são elas que previnem os alagamentos, inundações e ainda promovem uma direção para as águas precipitadas.

A obra analisada nesse estudo de caso ainda está em fase de execução, cerca de 80% da execução já concluída, e até o momento, a obra apresentou um bom desempenho quando analisado os processos e procedimentos utilizados para execução dos serviços propostos.

Todas as etapas do projeto foram executadas e até o momento, houveram alguns contratemplos relacionados ao clima da região, pois iniciou em um período chuvoso e também houveram falhas no estudo em relação ao clima e o solo da região que interferiram no tempo de execução e nos custos da obra.

Portanto, conclui-se que em obras de drenagem urbana, devem ser considerados todos estudos relacionados ao clima, ao solo, precipitação da região e ao dimensionamento da obra, visando evitar e/ou resolver com prontidão e agilidade, os contratemplos que possam ocorrer, diminuindo os riscos com retrabalho e oneração de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE ALMEIDA, Rodrigo Braga; FERREIRA, Osmar Mendes. Calçadas Ecológicas: construção e benefícios sócio-ambientais. 2008.

ANGELO, Humberto et al. Análise Econômica da Indústria de Madeiras Tropicais: o caso do polo de Sinop, MT. *Ciência Florestal*, v. 14, n. 2, p. 91-101, 2004.

BERTELLA, G. P.; ZOLIN, C. A.; VENDRUSCULO, L. G. Análise Espacial de Dados de Precipitação via Sensoriamento Remoto para Suporte a Gestão Agrícola de Mato Grosso. In: *Embrapa Agrossilvipastoril-Resumo em anais de congresso (ALICE)*. In: *Encontro de Ciência e tecnologias agrossustentáveis*, 3.; *Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril*, 8., 2019, Sinop. Resumos... Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 46., 2019.

CANHOLI, Aluísio Pardo. *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes* / Aluísio Pardo Canholi. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. Interrelação Entre Planejamento Urbano, Ocupação do solo e problemas de Drenagem de Águas Pluviais na Bacia do Rio (CABO-PE). *Boletim de Geografia*, v. 37, n. 2, 2019.

Costa, T. G. N., Lobo, C. F. F., & Soares, W. (2020). Condições e Projeções de Acesso ao Saneamento Básico nas Cidades Médias Brasileiras. *Terra Plural*, 14(1), 1-22.

CSOBI, Atila; MARTINS, José Rodolfo Scarati. Amortecimento superficial nos sistemas de micro drenagem em regiões de baixa declividade. *Anais*, 2011.

DA ROCHA, Ângela Fátima et al. variações microclimáticas de áreas urbanas em biomas no estado de mato grosso: Cuiabá e Sinop. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 4, p. 246-257, 2015.

FEITOSA, Emanuel Fonseca Matias Aguiar. Dimensionamento e estimativa orçamentária de diferentes combinações de técnicas compensatórias de drenagem urbana em lote do município de Santa Rita - PB. /Emanuel Fonseca Matias Aguiar Feitosa – João Pessoa, 2018.

GUILHERME, Priscila Maria. "Exposição da População ao Ruído: Considerações para a Cidade de Sinop-MT." (2018).

KIPPER, Alex. Drenagem urbana: comparativo de custos no dimensionamento utilizando sistemas de drenagem tradicional (higienista), e compensatória com microrreservatórios. *Trabalho de conclusão de curso. Santa Maria, Rio Grande do Sul*, 2015.

MASCARÓ, Juan Luís. Manual de loteamento e urbanização. 2 ed. Porto Alegre: Sagra: Luzzatto, 1994.

MEDAU, Isaac. Análise dos Dispositivos de Drenagem Urbana na Avenida São Francisco– Anápolis-Go. 2018.

MOURA, Priscilla Macedo. Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana. 2004. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, [S. l.], 2004. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/110M.PDF>. Acesso em: 20 maio 2020.

MURRIETA, Pedro. Mecânica dos Solos. [S. l.]: Elsevier Editora LTDA, 2018. 376 p.

NEVES, Marllus G.P.F; TUCCI, Carlos E.M. Resíduos Sólidos na drenagem urbana: estudo de caso. RBRH-Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.4 Out/Dez 2008, 43-53. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauricio_Goldfarb/publication/305306103_Desenvolvimento_de_um_Modelo_SVATS_para_a_Regiao_Semi-Arida_do_Cariri_Paraibano/links/0deec534c8b5b7f5b5000000/Desenvolvimento-de-um-Modelo-SVATS-para-a-Regiao-Semi-Arida-do-Cariri-Paraibano.pdf#page=43. Acesso em: 20 maio 2020.

OLIVEIRA FILHO, Delmiro Augusto et al. Avaliação dos dispositivos de microdrenagem do Bairro Novo, localizado em Delmiro Gouveia-AL. 2019.

OLIVEIRA, Alinne Prado; GONÇALVES, Luciana Márcia. A relevância da percepção do usuário na implantação e uso de técnicas compensatórias de drenagem nas áreas urbanas. *Cadernos Zygmunt Bauman*, 2019, 8.18.

PEÑALVA Bazzano, M.G.; ELTZ, F.L.F. & Cassol, E.A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:1205-1217, 2007.

POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem Urbana Sustentável. *Revista Brasileira de recursos hídricos*, [S. l.], v. 5, p. 15-24, 1 jan. 2000. Disponível em: http://www.reasul.org.br/files/Drenagem_Urbana_Sustent%C3%A1vel_.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

TUCCI, C.E.M. & Collischonn, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: Simpósio Nacional de Controle da Erosão, 6, 1998, Presidente Prudente. Anais... Presidente Prudente: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, n.6, p. 128-130, 1998.

TUCCI, Carlos EM. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. *Rega/Global Water Partnership South América*, v. 1, n. 1, p. 59-73, 2004.

TUCCI, Carlos EM. Inundações e drenagem urbana. *Inundações urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 45-141, 2002.

TUCCI, Carlos EM. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. *Revista brasileira de recursos hídricos*, v. 2, n. 2, p. 5-12, 1997.

TUCCI, Carlos EM; Porto, Rubem La Laina; Barros, MT de. *Drenagem urbana*. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados*. v. 22 n. 63, p. 7-16. 2008.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. *Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.