

SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS: OS PROBLEMAS NA REGIÃO CENTRAL DE ALTA FLORESTA/MT

PLUVIAL WATER DRAINAGE SYSTEM: THE PROBLEMS IN THE CENTRAL REGION OF ALTA FLORESTA/ MT

SILVA, Robert da Silva¹
JUNIOR, Adilson Corte Souza²
CAMARGO, Bruna de Souza³
RODRIGUES, Lucas Albuquerque⁴

Recebido: dez. 2020; Aceito: 08 mar. 2021.

Resumo: O sistema de drenagem de águas pluviais compreende um conjunto de estruturas destinadas à coleta, o transporte e a dissipação final em pontos de captação natural. Esse sistema é subdividido em drenagem superficial, microdrenagem e macrodrenagem e tem vital importância dentro da infraestrutura de determinado município ou região. Conhecer determinado sistema e os dados pluviométricos de uma região permite comprovar se o mesmo é funcional, ou seja, se consegue fazer a captação de toda vazão descarregada pela chuva em épocas de precipitação. Portanto, a presente pesquisa busca de forma objetiva, conhecer o sistema de drenagem de águas pluviais do município de Alta Floresta - MT, abordando o planejamento inicial de drenagem pluvial na época da colonização e o sistema implantado atualmente. A proposta consiste na busca de alternativas para os focos de alagamento que acontecem na região central do município e a baixa qualidade da pavimentação asfáltica, apontando alguns erros de execução, cálculos de bacias de contribuição e o redimensionamento e manutenção do sistema nos trechos mais degradados.

Palavras-chave: Sistemas. Drenagem. Alagamentos. Macrodrainagem. Infraestrutura.

Abstract: The stormwater drainage system comprises a set of structures for the collection, transport and final dissipation at natural catchment points. This system is subdivided into surface drainage, microdrainage and macrodrainage and is of vital importance within the infrastructure of a given municipality or region. Knowing a particular system and the rainfall data of a region allows us to check if it is functional, that is, can capture all the discharge discharged by the rain in times of precipitation. Therefore, this research aims to get to know the rainwater drainage system of Alta Floresta - MT, addressing the initial planning of rainwater drainage at the time of colonization and the system currently implemented. The proposal consists in the search for alternatives to the flooding outbreaks that occur in the central region of the municipality and the poor quality of asphalt pavement, pointing out some execution errors, contribution basin calculations and the resizing and maintenance of the system in the most difficult sections degraded.

Keywords: Systems. Drainage. Flooding. Macrodrainage. Infrastructure.

¹ Estudante do curso Bacharelado em Engenharia Civil pela Faculdade de Direito de Alta Floresta (FADAF).

² Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pelotas – UFPEL (2017), Especialista em MBA em Gestão de Projetos pela Universidade Anhanguera – UNIDERP (2018).

³ Engenheira Civil pela Universidade Paulista (2016), Mestranda no Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade pela EACH-USP. Especialista em cidades e construções sustentáveis pela Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT, MBA em administração, contabilidade e finanças pela UniBf (2018).

⁴ Engenheiro Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ (2018); Especialista MBA em Engenharia de Edifícios até 4 Pavimentos pelo Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN (2019); Especialista em Engenharia de Estruturas - UNYLEYA (2020).

1 INTRODUÇÃO

A drenagem pluvial é um dos pilares do saneamento básico e pode ser definida com um sistema de captação de fluidos que são depositados sobre a malha viária, oriundos da precipitação chuvosa. Esse sistema tem como princípio fundamental, evitar o acúmulo de água sobre o pavimento, conduzindo toda carga de precipitação para locais que menos afetam a segurança e a durabilidade da via.

Neste sentido vale ressaltar que a drenagem pluvial é dividida em três sistemas de coleta interligados, a drenagem superficial, que ocorre na superfície da via através das sarjetas, a microdrenagem que compreende os dispositivos de coleta na superfície da via e o transporte subterrâneo de toda carga, como as bocas de lobo, caixas de passagem e poços de visita, e a macrodrenagem, que está associada aos coletores naturais principais da região, neste caso, corresponde aos rios, riachos e córregos.

A ausência de um sistema de drenagem ocasiona vários problemas para a sociedade, para o meio ambiente e para a economia, gerando alagamentos, prejuízos de bens materiais, deterioração da pavimentação asfáltica, erosões, deslizamentos e doenças por contaminação hídrica.

Os sistemas de drenagem existem em 78,6% dos municípios brasileiros, com incrementos de valores de acordo com o aumento da população. Considerando os municípios com até de 20 mil habitantes, este valor passa a 74,6%, enquanto que, ao se considerar os municípios com mais de 500 mil habitantes, 100 % apresentam rede de drenagem implantada (IBGE, 2000).

De forma específica, a cidade de Alta Floresta – MT, objeto do presente estudo, que se encontra em fase de um constante desenvolvimento agroindustrial, e apresenta um problema cotidiano presente na maioria das cidades brasileiras em épocas de precipitação, principalmente nas regiões amazônicas onde existe um alto índice de pluviometro, que são os alagamentos nas vias e calçadas, especialmente na região mais consolidada do município. Esse problema gera inúmeros transtornos à população do município, desde a parte da infraestrutura e de saneamento básico até os parâmetros de saúde e qualidade de vida.

A pesquisa abordou a região central do município de Alta Floresta, no estado do Mato Grosso, compreendendo especialmente as vias arteriais Ariosto Da Riva e Ludovico Da Riva Neto e as vias coletoras.

O objetivo da pesquisa busca mostrar os problemas relacionados à drenagem pluvial em trechos específicos das vias, levando em consideração os aspectos históricos da colonização e os primeiros projetos de urbanização da cidade. Inclusive, propondo uma solução economicamente viável para resolver o problema dos alagamentos e a deterioração do revestimento asfáltico presentes em grande parte das vias urbanas centrais do município.

É pertinente pontuar que as informações elencadas aqui têm como base as análises e o desenvolvimento de mapas, coleta de dados “in loco”, registros fotoGráficos dos pontos de alagamento crítico entre outros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A HISTÓRIA DO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA/MT

A cidade de Alta Floresta foi fundada pelo colonizador Ariosto da Riva, conhecido informalmente como "O Último Bandeirante", por ter a ousadia de penetrar na floresta Amazônica e implantar um projeto de colonização. Naquele tempo, abrir estradas era um ato de coragem e determinação e o trabalho marchava de forma lenta, enfrentando árvores gigantes de angelins, mogno, castanha-do-pará dentre outras. Em maio de 1976, três anos após o começo da abertura da estrada, é que surgiu a primeira clareira onde a cidade de Alta Floresta iria ser construída (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010).

O nome de Alta Floresta se deu em função da própria natureza da região, com mata alta e densa, já que o local se encontrava na região da Amazônia, no extremo norte mato-grossense. Sua colonização foi declarada oficialmente em 18 de dezembro de 1979 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010).

Com uma área total de 8.593,191 Km² e uma população total de 51.615 habitantes (IBGE, 2018), Alta Floresta se encontra em uma localização estratégica para o escoamento de alimentos para região norte do estado, próximo à rodovia federal BR 163 com acesso aos portos de Santarém e Miritituba – PA. E que têm sido a rota de escoamento principal de grãos de Mato Grosso e conseguiu apoio governamental para a pavimentação das MTs 208 e 419 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2010).

Colonizada com o propósito de ser referência agrícola na região norte, por este fato atraiu agricultores da região sul do país. Alta Floresta experimentou ao longo dos seus mais de 40 anos de existência vários ciclos econômicos, passando da extração mineral nas décadas de 70 e 80, pela extração vegetal até a entrada da agricultura em larga escala, que nos últimos conferiu prosperidade econômica a vários municípios mato-grossenses (PREFEITURA MUNICIPAL DE ALTA FLORESTA – PMAF, 2012).

A economia conta com indústrias de beneficiamento de madeira que atuam com produtos oriundos de projetos de reflorestamento, obtendo certificação para a exportação. A pecuária desenvolvida no município é referência. Atualmente, Alta Floresta é um dos maiores produtores de gado de corte do Estado. O município concentra mais de 700 mil cabeças de gado. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010).

A região tem caminhado firme no processo de se tornar a nova fronteira agrícola do país. Na safra 2016/17 foram plantados mais de 3,4 mil hectares de milho, que produziram mais de 18 mil toneladas. Na produção de soja, o município registra aumentos em sua área plantada a cada safra. Na 2016/17 foram plantados mais de 11,4 mil hectares e produzidas mais 37,8 toneladas da oleaginosa (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2010).

Por esses e outros motivos, Alta Floresta e região passam a ser alvo de investidores de todo o país, interessados no futuro de prosperidade que está cada vez mais perto de se tornar realidade.

Figura 1 - Região central do município de Alta Floresta/MT



Fonte: Prefeitura municipal de Alta Floresta/MT (2019).

2.2 REGIÃO DE ESTUDO

A região central de Alta Floresta, onde foi desenvolvido o estudo, possui uma área aproximada de 6,61Km² (Quilômetros Quadrados) e um perímetro aproximado de 10,66Km (Quilômetros Quadrados) (Google Earth, 2019).

Uma área pavimentada de aproximadamente 55,00 há (Hectares), sendo calculada desta área de pavimento, uma bacia de contribuição de 32,50 há (Hectares) (AutoCAD, 2019).

Figura 2 – Região Central da Alta Floresta/MT



Fonte: Google Earth (2019).

A proposta do estudo consistiu em comprovar se os dispositivos de microdrenagem existentes na região são suficientes para a captação e o transporte da carga hidráulica para as regiões designadas no projeto inicial de colonização do município que por diversos motivos não prosseguiu conforme o planejado, resultando nos alagamentos encontrados em vários pontos.

Esses acumulo de água sobre o pavimento é um dos principais fatores que contribuem na deterioração da pavimentação asfáltica nas vias e gera vários outros problemas a sociedade. Contudo, para compreender as diretrizes do projeto de colonização, se faz necessário coletar e analisar os dados cedidos pela colonizadora do município.

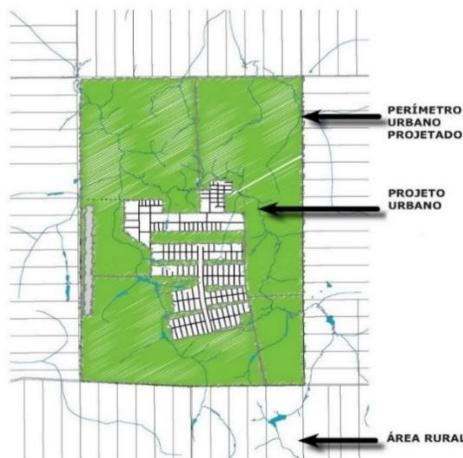
2.3 CONCEPÇÃO URBANÍSTICA DA CIDADE

Os relatos sobre a história de urbanização da cidade de Alta Floresta foram coletados através de entrevista feita com o senhor Edson Da Riva Carvalho, arquiteto e urbanista e neto do colonizador Ariosto Da Riva. Segundo ele, a primeira ideia de concepção da cidade deveria combinar os aspectos naturais da região, como a flora nativa, o relevo e a hidrologia, com os parâmetros de urbanização de cidades.

A concepção urbanística inicial da cidade foi pensada de forma que usasse a própria topografia e a natureza da região como um sistema para absorver e drenar todas águas provenientes de precipitação, desde modo, haviam em toda cidade, áreas verdes localizadas em pontos específicos que serviriam para a finalidade de parques urbanos e locais permeáveis para absorção da água (CARVALHO, 2019).

O responsável pelo desenho urbanístico inicial foi o arquiteto e urbanista Valandro Keating. Portanto, ele juntamente com uma equipe de urbanização, desenvolveu o primeiro croqui esquemático de implantação do município. E após uma longa procura pelo local ideal da região que atendesse os quesitos mínimos de urbanização, como fácil acesso a água, topografia, qualidade do solo entre outros (CARVALHO, 2019).

Figura 3 - Croqui de projeto urbanístico inicial



Fonte: TFG Edson Da Riva Carvalho (2019).

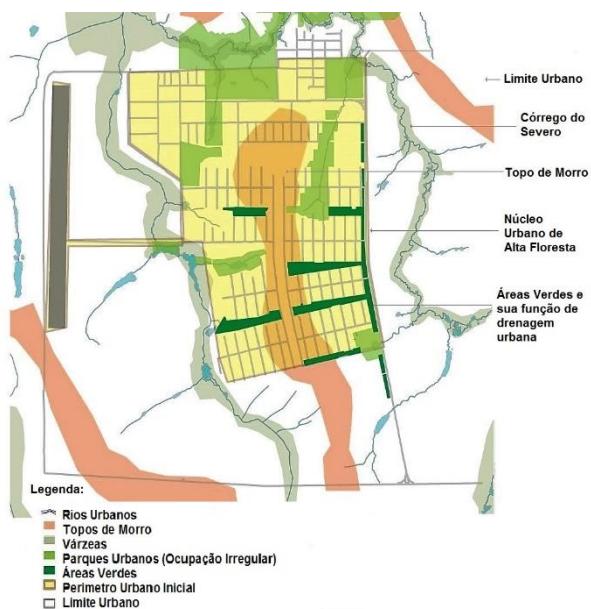
Destarte, o entrevistado explicou como a topografia do local influenciava diretamente no processo de urbanização, no planejamento do saneamento básico e a mobilidade urbana, tornando - se uma peça fundamental para a escolha do traçado das avenidas arteriais da cidade.

O traçado inicial das avenidas principais Ariosto Da Riva e Ludovico Da Riva Neto foi feito sob as cotas mais altas do perímetro urbano inicial, seguindo o levantamento planialtimétrico e cadastral feito com precisão na época, propiciando o seu uso como coletores principais, tanto em

caráter de mobilidade urbana de veículos quanto para fins de drenagem pluvial (CARVALHO, 2019).

As Figuras a seguir demonstram de forma simplificada, o estudo inicial feito para a escolha do melhor local para se traçar as avenidas Ariosto Da Riva e Ludovico Da Riva Neto:

Figura 4 - Mapa da centralidade inicial de Alta Floresta/MT

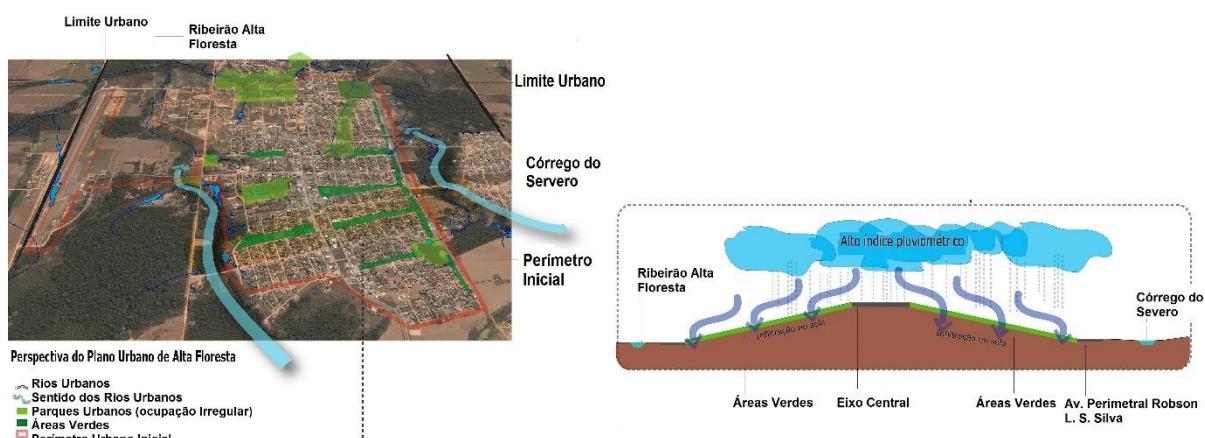


Fonte: TFG Edson da Riva Carvalho (2019).

O projeto urbanístico foi desenvolvido com o intuito de preservação de áreas verdes dentro da cidade, para fins de áreas de lazer e espaços com equipamentos públicos como quadras e praças de alimentação, e também para redirecionar toda água da chuva até os principais riachos existentes no perímetro urbano, denominados como córrego do severo e ribeirão Alta Floresta. (CARVALHO, 2019).

A captação e a absorção das águas da chuva pelo projeto de colonização inicial seriam feitas utilizando o próprio relevo do local:

Figura 5 - Corte esquemático de áreas verdes para drenagem



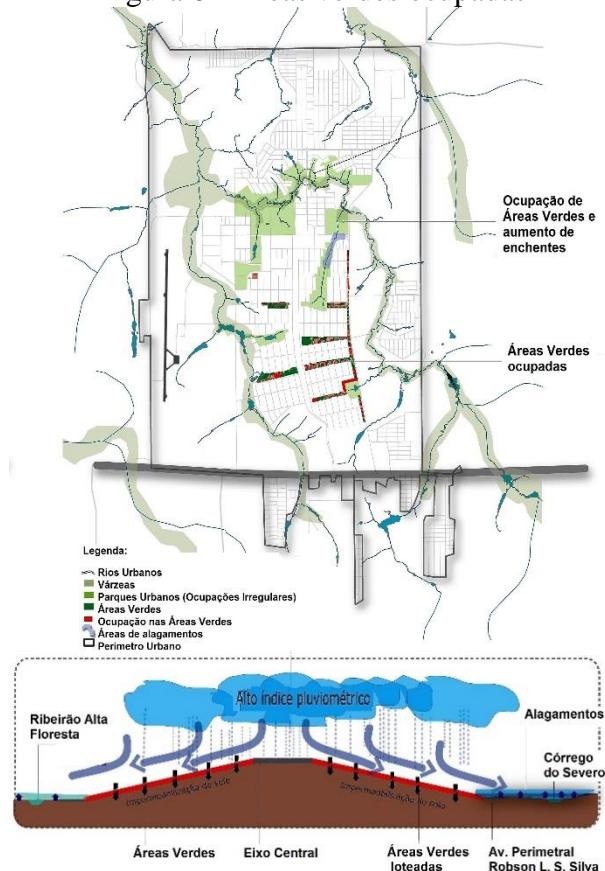
Fonte: TFG Edson da Riva Carvalho (2019).

E segue elucidando os pontos pelo qual a proposta de drenagem inicial não foi concretizada.

“No entanto, a proposta inicial não foi seguida pelas gestões executivas municipais que se sucederam, comprometendo as áreas verdes que serviam para escoamento da água. Essas áreas hoje são loteadas, e o sistema de drenagem pluvial projetado foi comprometido, resultando em alagamentos em alguns pontos da cidade” (CARVALHO, 2019).

Também se faz necessário explanar a caracterização e a localização das áreas verdes ocupadas e loteadas:

Figura 6 - Áreas verdes ocupadas



Fonte: TFG Edson da Riva Carvalho (2019).

Ele enfatiza a importância de um sistema único de drenagem, pensado desde o início da colonização da cidade e que se torna fundamental para o planejamento e o crescimento futuro do município.

Essas áreas depois de loteadas interromperam o curso natural que a água da chuva deveria fazer até chegar aos locais de captação final (córregos), sendo necessário, portanto, investir em um sistema de drenagem feito por tubulações e equipamentos de drenagem pluvial superficial. Contudo, o sistema projetado foi executado por etapas, e com base na troca de gestões, a falta de projetos e manutenção dos dispositivos de drenagem, o sistema atual se tornou incapaz de suprir toda carga

hidráulica que cai sobre a região central em épocas de chuva, necessitando, portanto, de novos estudos para resolução do problema (CARVALHO, 2019).

2.4 PROBLEMAS OCASIONADOS PELA FALTA DE DRENAGEM PLUVIAL

A falta de um sistema de drenagem urbano de águas pluviais ocasiona sérios problemas para a sociedade, para o ambiente e para a economia, através de alagamentos, prejuízos de bens materiais, destruição da pavimentação, erosões, deslizamentos e doenças por veiculação hídrica (BEZERRA *et al.*, 2016).

Com a urbanização surge a necessidade de investimentos em infraestrutura para que a cidade venha a se devolver de forma mais igualitária proporcionando empregos, moradias de qualidade, saneamento, drenagem de águas pluviais contra enchentes e alagamentos, que por ventura merecem maior atenção porque se configura num dos maiores problemas das grandes metrópoles por possuírem áreas extensas cobertas por concreto e asfalto, dificultando a infiltração de água no solo (BEZERRA *et al.*, 2016).

Neste viés, Philippi Jr. (2005), o conspícuo doutrinador argumenta que a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas correspondem a um conjunto de atividades de infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, de transporte, de detenção ou de retenção das águas da chuva para o amortecimento de vazões de cheias.

Se não houver um planejamento urbano, será inevitável o surgimento de inúmeros problemas para a população, em decorrência dos impactos da urbanização sobre o meio ambiente (PORTO, 1995).

Ainda de acordo com Porto (1995), o sistema de drenagem com o manejo de águas pluviais trará importantes benefícios, como melhores condições de tráfego de pessoas e veículos, favorecimento à saúde e ao meio ambiente, redução de custo de manutenção das vias e etc.

Segundo os ensinamentos do egrégio doutrinador Kamura *et al.* (2004), que cita e relaciona alguns problemas das grandes cidades em relação à falta de drenagem pluvial, que são:

1. Erosão Urbana: o aumento da superfície impermeável causa o aumento do escoamento superficial e da concentração das linhas de fluxo das águas superficiais, resultando em sulcos na superfície do terreno, podendo ser agravada provocando as voçorocas. Tal fenômeno ocorre devido à força trativa do escoamento (KAMURA *et al.*, 2004).

2. Transporte e Deposição de Sedimentos (Assoreamento): o aumento da produção de sedimentos que são transportados para os leitos e a erosão causada pelo escoamento dos leitos dos rios juntamente com deficiências no sistema de drenagem causam efeitos hidráulicos, como por exemplo, o remanso hidráulico, que causam mudanças nas características hidráulicas das bacias hidrográficas (KAMURA *et al.*, 2004).

3. Alagamentos, Enchentes e Inundações: a ausência, a deficiência ou a manutenção inadequada do sistema de microdrenagem permitem a ocorrência de alagamentos, enchentes e inundações, esses juntamente com a impermeabilização do solo devido à urbanização e a ocupação de áreas de várzea tendem a aumentar a magnitude desses fenômenos (KAMURA *et al.*, 2004).

4. Problemas de saúde: o contato com a água contaminada das enchentes coloca em perigo a saúde da população devido ao risco de contaminação e a proliferação de doenças contagiosas. Pode-se citar como, por exemplo, a cólera e a leptospirose (KAMURA *et al.*, 2004).

5. Deficiência na Interface com o Sistema de Macrodrenagem: No Brasil os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem, normalmente, são analisados separadamente ao invés de serem estudadas as bacias como um todo. Portanto, isso provoca problemas na interface dos dois sistemas, pois muitas vezes as águas coletas pela microdrenagem desembocam diretamente em um corpo d’água, com uma velocidade maior que a natural podendo sobrecarregar o sistema de macrodrenagem caso este não esteja dimensionado corretamente, ou seja, o problema de drenagem não foi solucionado, apenas foi transferido de montante para jusante.

6. Falta de Planejamento: quando um sistema de drenagem não é considerado desde o início da formação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, revela-se, ao mesmo tempo, de alto custo e deficiente. É conveniente, para a comunidade, que a área urbana seja planejada de forma integrada. Se existirem planos regionais, estaduais ou federais, é interessante a perfeita compatibilidade entre o plano de desenvolvimento urbano e esses planos (KAMURA *et al.*, 2004).

2.5 DADOS PLUVIOMÉTRICOS DO MUNICÍPIO

São diversos os fatores que influenciam as condições climáticas no território brasileiro, entre eles o fenômeno atmosférico “El Niño” Oscilação Sul (ENOS) possui destaque (CAIONI *et al.*, 2014).

De acordo com Neto *et al.* (2007), este fenômeno consiste na interação oceano-atmosfera, associado às alterações dos padrões normais da TSM (temperatura da superfície do mar) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e a Austrália (CAIONI *et al.*, 2014).

O impacto causado por este fenômeno é um exemplo de perturbação climática de escala global, que pode ser sentido principalmente pela modificação no regime de precipitação que, dependendo da intensidade do fato, pode resultar em severas secas, interferindo assim de forma expressiva nas atividades humanas (MOLION; BERNARDO, 2000).

Neste sentido, Fearnside (2009) afirmou que a ocorrência deste fenômeno tem provocado fortes alterações nos regimes pluviométricos amazônicos. Alves *et al.* (1998) constataram na região Oriental da Amazônia chuvas acima e abaixo da média em anos de ocorrência de El Niño e La Niña, respectivamente.

Em meio a este contexto encontra-se localizado o município de Alta Floresta - MT, que tem como suas principais bases econômicas a pecuária extensiva e a agricultura, e apresenta elevada necessidade de maior conhecimento de seu comportamento pluviométrico. Devido ao conhecimento do comportamento da distribuição pluviométrica na Amazônia meridional ser imprescindível para a tomada de medidas de redução dos impactos das anomalias climáticas (CAIONI *et al.*, 2014).

Conforme a classificação de Koppen (1948), o clima da região é tropical chuvoso, com nítida estação chuvosa (dezembro a março) e seca (junho a setembro). Alcançando índices pluviométricos de até 2.500mm, a temperatura anual fica em torno de 26°C, com máximas e mínimas de 38° C e 20°C respectivamente (CAIONI *et al.*, 2014).

A vegetação é predominantemente de Florestas Ombrófilas Aberta e Densa, Florestas Estacionais e Formações Secundárias (BRASIL, 2007). O relevo é formado pelo Planalto “Ariacás – Sucurundi” e a Depressão “Interplanáltica” Amazônica Meridional (ROSS, 2007).

Para atender aos objetivos propostos foram utilizados dados das precipitações pluviométricas

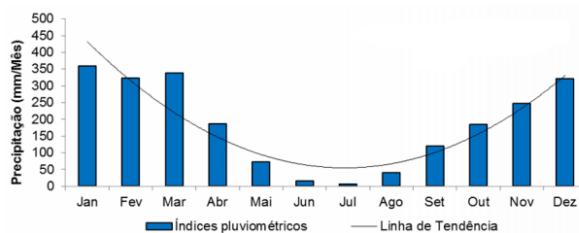
anuais entre 1977 a 2013 (36 anos), coletados pela INFRAERO através da estação meteorológica de superfície classe II - EMS-2 localizada na cidade de Alta Floresta/MT (CAIONI *et al.*, 2014).

Foi constatado neste estudo que durante o período de 1977 a 2013, o município de Alta Floresta apresentou uma pluviometria média anual de 2213,37mm e uma média diária de 6,06 mm (CAIONI, *et al.*, 2014).

Estes resultados estão em concordância com Mancuzzo *et al.* (2011), que ao estudar a distribuição espaço-temporal e a sazonalidade das chuvas no extremo norte de Mato Grosso (Bioma Amazônico), puderam verificar para os meses de janeiro e fevereiro respectivos índices pluviométricos de 325 mm e 330 mm.

Deste modo, Carvalho *et al.* (2004) atribui tais valores ao mês de janeiro devido à ocorrência de Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS e as fortes atividades convectivas durante a estação chuvosa.

Figura 7 - Precipitação chuvosa mensal no município de Alta Floresta/MT

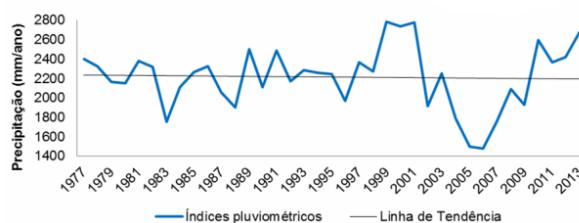


Fonte: CAIONI *et al.* (2014).

Através da análise dos meses de junho, julho e agosto pode-se averiguar que estes correspondem ao trimestre de maior estiagem, uma vez que apresentam longos períodos sem ocorrência de chuvas e/ou com chuvas insignificantes (CAIONI *et al.*, 2014).

Já Batistão *et al.* (2013) concordam com tais resultados ao identificar o mês de junho como o período com menores índices pluviométricos.

Figura 8 - Precipitação chuvosa bianual no município.



Fonte: CAIONI *et al.* (2014).

Ao analisar de forma temporal a distribuição pluviométrica do município de Alta Floresta, foram constatadas máximas e mínimas de 2.784,5mm e 1.481,3mm respectivamente. Tais resultados estão em concordância com Sousa *et al.* (2007), que afirmam que os municípios situados ao norte do estado de Mato Grosso tendem a apresentar elevada variação pluviométrica de um ano para outro (CAIONI *et al.*, 2014).

2.6 O PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA DE ALTA FLORESTA/MT

O instrumento de planejamento geral desenvolvido pelos municípios é conhecido como plano diretor, que dispõe de todas as ações referentes ao planejamento urbano, rural, infraestrutura, economia, meio ambiente entre outros (Prefeitura Municipal de Alta Floresta – PMAF, 2012).

Em Alta Floresta, a lei municipal nº 1.272/2003, que institui o Plano Diretor do município, cita algumas ações e medidas que poderiam contribuir na solução do problema de drenagem pluvial, dentre elas estão, os objetivos gerais:

Art. 2º: Constituem os objetivos do Plano Diretor:

I - Garantia do direito cidade sustentável, entendido como direito terra urbana, moradia, ao saneamento ambiental, infraestrutura urbana, ao transporte aos serviços públicos, ao trabalho ao lazer, para as presentes futuras gerações;

II - Cooperação entre os governos, iniciativa privada os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;

III - Gestão democrática por meio da participação da população projetos de desenvolvimento urbano;

IV - Planejamento do desenvolvimento da cidade, da distribuição espacial da população das atividades econômicas do Município do território sob sua área de influência, de modo evitar corrigir as distorções do crescimento urbano seus efeitos negativos sobre meio ambiente;

V - Ordenação controle do uso do solo, de forma evitar:

A - Utilização inadequada dos imóveis urbanos;

B - Proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;

C - Parcelamento do solo, edificação ou uso excessivos ou inadequados em relação infraestrutura urbana;

D - A instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como polos geradores de tráfego, sem previsão da infraestrutura correspondente.

Dando procedência com a análise do documento, quanto ao saneamento básico municipal, disposto na subseção II, o plano faz a seguinte ressalva:

Art. 14: Cabe ao Município implantar melhoria das condições sanitárias, com prioridade para a área urbana, visando solucionar de forma integrada as deficiências do abastecimento de água, drenagem, coleta destinação dos resíduos sólidos principalmente implantação do sistema de esgotamento sanitário.

Os parâmetros estabelecidos quanto à drenagem de águas pluviais estão dispostos na subseção IV:

Art. 25: o sistema de drenagem urbana de absorção de águas pluviais deverá assegurar por intermédio de sistemas físicos naturais construídos escoamento das águas pluviais em toda área do Município, através das seguintes medidas:

I - Assegurar sempre que possível permeabilidade dos solos;

II - Desassorear manter limpos os cursos d'água, os canais galerias do sistema de drenagem;

III - Combater utilização das galerias de águas pluviais para escoamento do esgoto doméstico;

IV - Reestruturar as redes existentes no caso das mesmas apresentarem-se saturadas, executando reforma desenvolver projetos visando ampliação do sistema de drenagem urbana;

V - Combater invasão de áreas com interesse para drenagem, bem como deposição de entulho lixo, desmatamento erosão;

VI - Promover campanhas educativas buscando conscientização colaboração da população sobre escoamento das águas pluviais através da preservação dos elementos construídos respeito ao meio ambiente;

Art. 27: Os serviços de limpeza obras do sistema de drenagem urbana serão executados diretamente pelo Poder Executivo ou por intermédio de contratação de terceiros.

É notável ao se analisar a situação atual da drenagem municipal, que os quesitos dispostos dentro do Plano Diretor municipal não foram cumpridos. Por esse motivo, o estudo se restringe a região central de Alta Floresta/MT, por se tratar da região mais consolidada e mais antiga do município e que corresponde à região central comercial do perímetro urbano.

2.7 PROBLEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL NA REGIÃO DE ESTUDO

Dentre os vários pontos de alagamentos espalhados pela cidade, estão os localizados na centralidade do município, que causam maior dificuldade de locomoção por estarem nas avenidas arteriais.

Figura 9 - Alagamentos na avenida Ariosto Da Riva, próximo a Caixa Econômica Federal



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

Em um curto período de tempo é possível comprovar os alagamentos nos pontos mostrados na imagem, o que comprova a má funcionalidade do sistema de drenagem existente e da grande área impermeável presente nesta região.

Figura 10 - Alagamentos na avenida Ariosto da Riva, próximo a igreja matriz



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

As avenidas arteriais do município são fundamentais para a captação e dissipação do fluxo veicular, sendo vias estratégicas que necessitam de uma atenção e uma manutenção especial por parte do poder público, porém, a deterioração do pavimento e da sinalização em função destes alagamentos tornam esses reparos cada vez mais frequentes.

Figura 11 - Alagamentos na avenida Ariosto da Riva, próximo ao hospital regional



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

A seguir é mostrado uma das principais vias coletoras do município, a Avenida Mario Raseira Leining, conhecida como “Rua F”, que tem uma função comercial e concentra um grande fluxo de veículos.

Figura 12 - Alagamentos na avenida Ludovico da Riva Neto, entrada da rua F



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

Os problemas de drenagem são ocasionados pela associação de vários fatores, porém, a falta de manutenção no sistema existente e a falta de áreas permeáveis na região central são os mais relevantes.

A rede de tubos existente nas avenidas Ariosto Da Riva e Ludovico Da Riva Neto conta em sua maioria, com bocas de lobo simples (BLSs) ligados por tubos de concreto com diâmetro interno

(DN) de 400 mm (Milímetros), que não recebem manutenção adequada há muito tempo. Esse fato é preocupante considerando o alto índice de precipitação anual, já relatado anteriormente.

Figura 13 - Boca de lobo simples danificada na avenida Ariosto da Riva



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal, 2019.

Toda água proveniente da chuva que escoa superficialmente sob a via é coletada pelas sarjetas e bocas de lobo existentes e redirecionada subterraneamente para as vias perimetrais do município, como é o caso da perimetral Rogerio Lucio Soares Silva, que recebe toda essa carga e não consegue conduzi-la para os dissipadores de energia, e na maioria das vezes por não existirem.

Figura 14 - Boca de lobo simples entupida na Perimetral Rogerio L. S. Silva



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

A falta de bocas de lobo das perimetrais é outro agravante que contribui na rápida deterioração da pavimentação asfáltica bem como a falta de dissipadores de energia. Por esse motivo, a água fica parada sobre o pavimento até infiltrar no revestimento asfáltico, danificando as camadas estruturais do pavimento.

As poucas bocas de lobo existentes não são suficientes para comportar toda carga, além de se encontrarem em péssimas condições de utilização, conforme mostra a imagem abaixo.

Figura 15 - Boca de lobo dupla cheia de lixo na Perimetral Rogerio L. S. Silva



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

Conforme levantamento feito com GPS pelo próprio autor dos dispositivos de drenagem existentes na região central, foi encontrado um percentual de 69,48% de bocas de lobo em funcionamento, 14,86% de bocas de lobo que necessitam de manutenção, 2,41% de bocas de lobo danificadas e fora de operação, 10,04% de dissipadores de energia, 0,40% referentes a bueiros que necessitam de reparos. Os outros 2,81% são referentes aos pontos de alagamento crítico dentro da área estudada.

Foram coletados no total 249 (Duzentos e Quarenta e Nove) pontos (bocas de lobo simples e duplas (BLSs e BLDs) e dissipadores e energia (DSPs) e pontos de alagamentos, o que mostra a urgência de medidas para resolução deste problema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PROVÁVEIS CAUSAS DO PROBLEMA

O sistema de drenagem atual foi dimensionado há quarenta anos atrás, para um adensamento populacional inferior ao atual, e devido às alterações no sistema de escoamento natural e área de permeabilidade, precisa ser redimensionado para atender de forma eficiente a região.

Analisando as bocas de lobo simples e duplas (BLSs e BLDs) “*in loco*” é possível perceber a interligação de vários destes dispositivos entre si, essa situação gera um problema conhecido como refluxo hidráulico, que gera uma sobrecarga hidráulica nos tubos que ligam esses dispositivos, fazendo com que o fluido captado por uma ou mais (BLs) seja repelido por outras (BLs), causando a ineficiência de todo o conjunto.

Isso ocorre no sistema de drenagem por não possuir uma tubulação principal de diâmetro superior que receberia todo fluido coletado pelo (BL), juntamente com caixas de transição e passagem (CPs) e poços de visita (PVs). A seguir um exemplo da situação de interligação incorreta existente atualmente.

Figura 16 – Interligações Incorretas entre (BLSs) na avenida Ariosto da Riva e avenida E



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

Além dos problemas de refluxo das águas pluviais por interligações incorretas dos dispositivos de microdrenagem, a falta de um sistema de drenagem de águas pluviais pode ocasionar refluxos no sistema de esgoto sanitário presente no município, pois, o fluido acumulado sob o pavimento e calçadas acaba infiltrando em partes dentro dos poços de visita (PVs) e poços de inspeção (PIs) de esgoto, gerando uma sobrecarga nesse sistema, podendo provocar refluxo nos

vasos sanitários, pias, ralos e demais acessórios que depositam sua carga nesta rede.

3.2 ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA

As possíveis soluções para os problemas apresentados seriam para longo e médio prazo. Para médio prazo, elaborar um novo sistema de drenagem pluvial para a região, conduzindo a carga hidráulica proveniente da precipitação chuvosa para os córregos e locais de captação (macrodrenagem), reutilizando ao máximo os dispositivos já existentes, aplicando apenas uma manutenção apropriada.

Já para longo prazo, aumentar a áreas de permeabilidade nas avenidas Ariosto da Riva e Ludovico da Riva Neto, na qual acontecem a maior parte dos acúmulos de água sob o pavimento e calçadas.

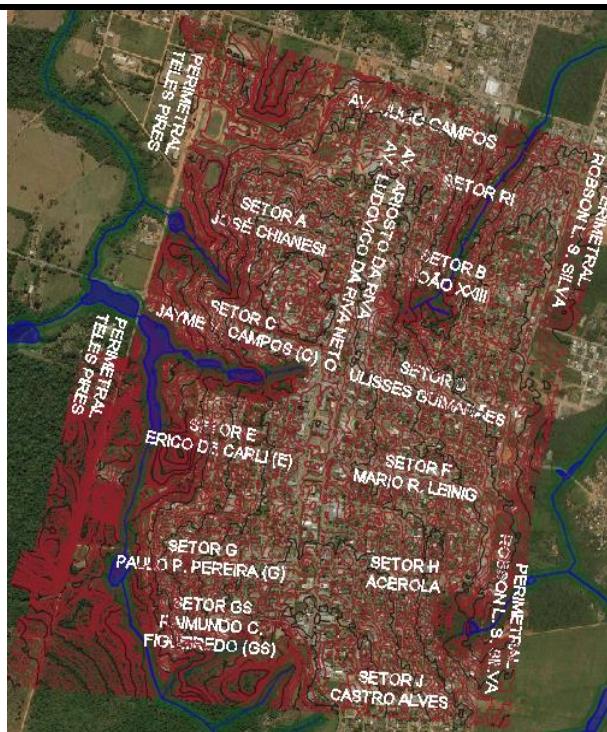
Isso seria possível com a criação de leis que proibissem o uso de materiais com baixa permeabilidade na execução de calçadas, como por exemplo, os blocos sextavados (paralelepípedos) que são rejuntados com argamassa e dificultam a percolação da água até o solo e os concretos ciclópicos. Ao invés destes materiais, poderiam ser usados os blocos intertravados, conhecidos como PAVERs.

Os proprietários dos estabelecimentos e residências não seriam obrigados a trocar o revestimento das calçadas de imediato, contudo, seriam motivados por incentivos fiscais, a padronizar as mesmas com o uso dos PAVERs em uma futura reforma ou manutenção do calçamento.

3.3 REDIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Já para o redimensionamento de um novo sistema de drenagem, é preciso antes de tudo, conhecer a topografia da região, seus recursos hídricos e suas bacias de contribuição. O levantamento planialtimétrico, mostrado a seguir, foi cedido pela empresa colonizadora do município e utilizado para os cálculos das áreas de contribuição que por sua vez, foram divididas em setores onde existem vias coletoras interligando as avenidas arteriais com vias perimetrais.

Figura 17 – Mapa Planialtimétrico e de Recursos Hídricos



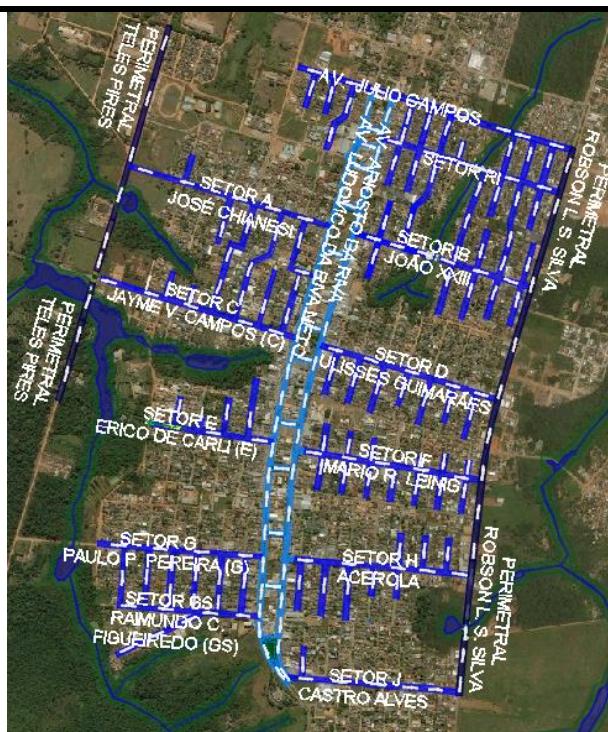
Fonte: Acervo Pessoal (2019).

Convém mencionar que a topografia da região é perfeita para a implantação de um sistema de drenagem eficiente. A diferença de nível (DN) varia em aproximadamente entre 20, á 25 metros de altura.

A região também possui vários recursos hídricos em seu entorno, o que facilita a dissipação da carga hidráulica no sistema natural de macrodrenagem (rios, riachos e córregos).

A Figura a seguir mostra o mapa de áreas de contribuição por região denominada, sendo de cor mais clara, as vias arteriais, as mais azuladas, as vias coletoras e as de cor escura, as vias perimetais, onde grande parte da carga hidráulica é acumulada.

Figura 18 – Áreas de Contribuição no Mapa



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

As áreas de contribuição foram divididas em 16 (dezesseis) trechos principais, que são:

Figura 19 – Divisão das Áreas de Contribuição.

Nº ORDEM	ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO	BACIA DE CONTRIB. - A (ha)
1.0	Av. Ariosto Da Riva	4,08
1.1	Av. Ludovico Da Riva Neto	4,29
1.2	Av. Julio Campos	2,46
1.3	Setor A	1,02
1.4	Setor B	2,16
1.5	Setor C	1,61
1.6	Setor D	1,72
1.7	Setor E	0,93
1.8	Setor F	2,05
1.9	Setor G	1,02
1.10	Setor GS	1,74
1.11	Setor H	1,70
1.12	Setor J	0,70
1.13	Setor RI	2,07
1.14	Perim. Robson L. S. Silva	3,10
1.15	Perim. Teles Pires	1,85
TOTAL		32,50

Fonte: Acervo Pessoal (2019).

As bacias de contribuição demonstradas na Tabela acima foram calculadas através de uma análise sistêmica do levantamento planialtimétrico (Figura 15). Essas bacias compreendem toda área do pavimento existente na via principal pertencente à bacia ou em vias que se interligam a mesma.

Com a bacia de contribuição por setor calculada, a vazão de enchente (Q) por área de

contribuição é dada pelo método racional de cálculo descrito no livro Manual de Hidráulica, Azevedo Netto (1998).

A diferença de nível entre a maior cota e a menor (H) utilizada corresponde ao município de Alta Floresta/MT, com uma duração (t) em minutos de precipitação e um tempo de recorrência (Tc) em anos, conforme Tabela 18.16, p. 542.

A equação utilizada para cálculo do tempo de recorrência, expresso em minutos, é dada pela metodologia *Califórnia Highways*:

$$Tc = (L^3/H)^{0,385}$$

Onde:

Diferença de Nível (H): Cota Maior – Cota Menor (Tabela 02);

Tempo de Duração (t): em minutos;

Tempo de Recorrência (Tc = t): Em Minutos (Tabela 02);

Extensão total do Talvegue (L): Em quilômetros (Tabela 02).

A intensidade media (I), expresso em milímetros por minuto (mm/min) e convertida para milímetros por segundo multiplicado por hectares (mm/s x ha) dada por:

$$I = h/t$$

Intensidade media (I): Em mm/min (Tabela 02);

Altura Pluviométrica (h): Em Milímetros (55 mm em 30 minutos em Cuiabá/MT), Tabela 18.16, P. 542;

Tempo de duração (t): (Tabela 02);

A conversão de 1mm/min equivale a 1,6m³/s x há.

O coeficiente de escoamento (C) é dado Quadro 18.13, P. 538, no valor entre 0,85 e 0,90, onde leva em consideração as superfícies pavimentadas. Portanto o valor utilizado para cálculo é de 0,875, valor médio entre esses valores.

Os valores de vazão de enchente, dado pela equação ($Q = C \times I \times A$) estão descritos na Tabela a seguir.

Figura 20 – Calculo da Vazão por Área de Contribuição

CALCULO DA VAZÃO POR ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO								
Nº	ÁREAS DE CONTRIB.	BACIA DE CONTRIB. - A (ha)	EXT. TALVEGUE - L (Km)	DN - H (m)	TEMPO REC. -Tc (s)	COEF. (C)	INTENS. MED. (mm/min)	INTENS. MED. (m³/ha)
1.0	Av. Ariosto Da Riva	4,08	4,32	20,00	97,49	0,875	0,66	0,11 0,39
1.1	Av. Ludovico Da Riva Neto	4,29	4,61	20,00	105,09	0,875	0,66	0,11 0,41
1.2	Av. Julio Campos	2,46	1,64	19,00	32,49	0,875	1,13	0,19 0,40
1.3	Setor A	1,02	4,61	25,00	96,43	0,875	0,66	0,11 0,10
1.4	Setor B	2,16	1,54	13,00	34,96	0,875	1,13	0,19 0,35
1.5	Setor C	1,61	4,61	29,00	91,08	0,875	0,66	0,11 0,15
1.6	Setor D	1,72	4,32	13,00	115,07	0,875	0,66	0,11 0,16
1.7	Setor E	0,93	4,61	17,00	111,87	0,875	0,66	0,11 0,09
1.8	Setor F	2,05	4,32	12,00	118,68	0,875	0,66	0,11 0,20
1.9	Setor G	1,02	4,61	17,00	111,87	0,875	0,66	0,11 0,10
1.10	Setor GS	1,74	4,61	23,00	99,58	0,875	0,66	0,11 0,17
1.11	Setor H	1,70	4,32	16,00	106,24	0,875	0,66	0,11 0,16
1.12	Setor J	0,70	4,32	15,00	108,91	0,875	0,66	0,11 0,07
1.13	Setor RI	2,07	1,54	10,00	38,68	0,875	1,13	0,19 0,34
1.15	Perim. Robson L. S. Silva	3,10	4,32	12,00	118,68	0,875	0,66	0,11 0,30
1.16	Perim. Teles Pires	1,85	4,61	17,00	111,87	0,875	0,66	0,11 0,18
	TOTAL		32,50				3,57	

NOTA 01: Os valores de coeficiente de escoamento (C) foram retirados do livro MANUAL DE HIDRAULICA 8º Ed, Cap. 18, P. 538, Quadro 18.13 (Valores Usuais de C, Segundo Kuchling).

NOTA 02: Os valores de intensidade média de precipitação foram obtidos pela fórmula ($I = h/t$), descrito no Cap. 18, P.543, Exercício 18.6 do livro MANUAL DE HIDRAULICA 8º Ed, Sendo h = Altura Pluviométrica (mm) e t = Duração (min). Valores de h e t estão descritos na P.542, quadro 18.16 (Alturas Pluviométricas em milímetros).

NOTA 03: A proporção de intensidade média (mm/min) para ($m^3/s \times ha$) é de: $1mm/min = 1/6m^3/s \times ha$.

A vazão é dada pelo método racional e utiliza a seguinte fórmula: $Q = C \times I \times A$, onde Q = Vazão (m^3/s), C = Coeficiente de Escoamento, I = Intensidade Média ($m^3/s \times ha$) e A = Bacia de Contribuição (ha).

NOTA 04: O procedimento de cálculo está descrito no Cap. 18, P. 541, item "d", no livro MANUAL DE HIDRAULICA 8º Ed.

Fonte: Acervo Pessoal (2019).

É possível notar, de acordo com a Tabela acima, que a vazão de enchente total chega a $3,57m^3/s$ dentro da região de estudo, o que corresponde a $6.426 m^3$ em uma chuva de 30 minutos, ou seja, uma enorme quantidade de água para ser conduzida e dissipada de forma segura.

Após o cálculo da vazão da enchente por área de contribuição, a próxima verificação é comparar se os dispositivos de captação da carga hidráulica (BLSs e BLDs) são suficientes para atender a vazão mínima por bacia de contribuição. Para isso, é preciso considerar as dimensões de cada abertura de coleta dos (BLs) e a respectiva altura da água no momento da captação.

Figura 21 – Comprimento do BL nas Avenidas Arteriais



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

A Figura 17 mostra um comprimento igual a 98cm (Noventa e Oito Centímetros), que

corresponde a 90% dos (BLs) localizados nas avenidas arteriais Ariosto da Riva e Ludovico Da Riva Neto.

Figura 22 – Comprimento do BL nas Avenidas Coletoras



Fonte: Acervo FotoGráfico Pessoal (2019).

Já a Figura 18, mostra o comprimento dos BLs encontrados na Avenida E (Érico Antônio De Carli), que corresponde a 138 cm (Cento e trinta e oito centímetros). Estas são as maiores dimensões de BLs existentes na região estudada e serão levados em consideração nos cálculos de vazão máxima por dispositivo.

O cálculo de vazão de escoamento máximo por dispositivo é apresentado na Tabela 03 a seguir, onde se considera as dimensões de aberturas dos (BLs). Não sendo possível fazer a medição individual por dispositivo, considera-se predominantemente as dimensões encontradas em grande parte dos dispositivos, ou seja, as dimensões mostradas nas Figuras 17 e 18.

Desta forma, é possível confirmar se o sistema instalado em determinado trecho é suficiente para atender a vazão de enchente mínima exigida pela bacia de contribuição, através da seguinte equação para dimensionamento dos (BLs):

$$Q = 1,71 \times L \times H^{1,50}$$

Onde:

Diferença de Nível (Q): Vazão Unitária (m^3/s);

Comprimento da Abertura (L): em metros;

Altura da Água nas Proximidades (H): Em metros;

Figura 23 – Comparação Entre a Vazão Mínima de enchente e a Vazão Máxima Instalada

Nº ORDE M	ÁREAS DE CONTRIB. A (ha)	BACIA DE CONTRIB. A (ha)	VAZÃO (m^3/s)	QTD BLSS	VAZÃO UNIT. (m^3/s)	QTD BLDs	VAZÃO UNIT. (m^3/s)	VAZÃO TOTAL (m^3/s)	SIT. FINAL
1.0	Av. Ariosto Da Riva	4,08	0,39	18,00	0,03	2,00	0,03	0,60	ATENDE
1.1	Av. Ludovico Da Riva Neto	4,29	0,41	10,00	0,03	3,00	0,03	0,39	NÃO ATENDE
1.2	Av. Julio Campos	2,46	0,40	7,00	0,03	0,00	0,03	0,21	NÃO ATENDE
1.3	Setor A	1,02	0,10	12,00	0,03	0,00	0,03	0,36	ATENDE
1.4	Setor B	2,16	0,35	6,00	0,03	0,00	0,03	0,18	NÃO ATENDE
1.5	Setor C	1,61	0,15	17,00	0,03	0,00	0,03	0,51	ATENDE
1.6	Setor D	1,72	0,16	8,00	0,03	0,00	0,03	0,24	ATENDE
1.7	Setor E	0,93	0,09	13,00	0,11	2,00	0,11	1,65	ATENDE
1.8	Setor F	2,05	0,20	13,00	0,03	5,00	0,03	0,54	ATENDE
1.9	Setor G	1,02	0,10	12,00	0,03	0,00	0,03	0,36	ATENDE
1.10	Setor GS	1,74	0,17	16,00	0,03	0,00	0,03	0,48	ATENDE
1.11	Setor H	1,70	0,16	19,00	0,03	0,00	0,03	0,57	ATENDE
1.12	Setor J	0,70	0,07	7,00	0,03	0,00	0,03	0,21	ATENDE
1.13	Setor RI	2,07	0,34	9,00	0,03	0,00	0,03	0,27	NÃO ATENDE
1.14	Perim. Robson L. S. Silva	3,10	0,30	9,00	0,03	0,00	0,03	0,27	NÃO ATENDE
1.15	Perim. Teles Pires	1,85	0,18	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	NÃO ATENDE
		TOTAL	32,50	3,57	176,00	12,00	6,84		
NOTA 01:		A fórmula da vazão unitária (m^3/s) para BLSS e BLDs é dada por: $Q = 1,71 \times L \times H^{1,50}$, Apresentada no livro MANUAL DE HIDRAULICA 8º Ed. Cap. 18, P.547.							
NOTA 02:		As maiores dimensões de L (largura de abertura do BL) usadas foram de 0,98m para as vias arteriais e coletoras, exceto na Avenida E, onde a dimensão encontrada foi de 1,38m. Valores retirados "in loco".							
NOTA 03:		A dimensão de H (altura da água nas proximidades) é igual a 0,10 m para sarjetas com inclinação padrão de 10%.							

Fonte: Acervo Pessoal (2019).

A Figura anterior demonstra os setores que possuem um sistema de drenagem pluvial capaz de coletar e canalizar de forma segura toda carga de precipitação e os setores que precisam ser redimensionados.

Deve-se aduzir que a situação final de cada trecho só é válida se os mesmos estiverem atuando em condições normais de utilização, possuindo um dimensionamento adequado de tubulações principais, caixas de passagem e ligação (CPs), poços de visita (PVs) e dissipadores de energia (DSs), todos funcionando em perfeito estado. Portanto, é correto afirmar que, mesmo com um sistema de drenagem completo atuando em estado de utilização normal, ainda existiriam trechos a serem redimensionados e reconstruídos.

Esse fato torna o problema preocupante, pois, quase nenhuma das bacias que atendem a vazão de enchente mínima (Tabela 03) se encontra em condições normais de utilização.

Exceto as bacias que compreendem os setores GS e setor C, que apresentam um ramal de coleta principal e demais dispositivos, necessitando apenas de dissipadores de energia (DSs), manutenção e desentupimento dos (BLs).

Entre as bacias de contribuição que necessitam de redimensionamento e reconstrução, estão as vias perimetrais e a via arterial Ludovico Da Riva Neto, pois não possuem um sistema de drenagem que suporta a vazão de enchente mínima referente a sua bacia de contribuição, mesmo em condições ideais de uso.

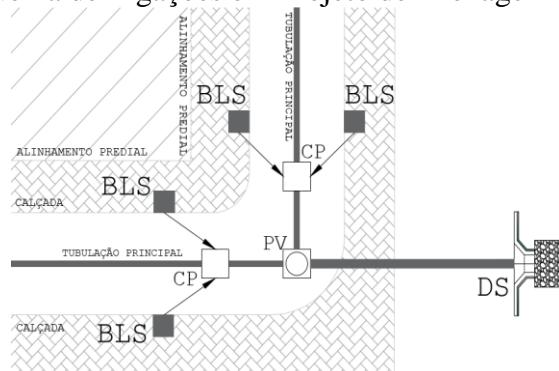
Esse fato pode explicar a má qualidade da pavimentação asfáltica nessas vias, pois, a água que não é captada pelo sistema fica parada sob o revestimento asfáltico até infiltrar e desestabilizar as camadas estruturais do pavimento, principalmente na perimetral Robson L. S. Silva.

3.4 FUNCIONALIDADE E MAPEAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

A classificação da situação de cada trecho apresentado (Tabela 03) só é válida se o sistema possuir um correto dimensionamento e interligação de cada dispositivo que o compõe. Para isso, se torna necessário uma vistoria “*in loco*” de cada dispositivo e sua respectiva ligação, diâmetro de tubulação, pontos de dissipaçāo, consolidando um mapa do sistema de drenagem pluvial do município, que não existe atualmente.

Após o mapeamento do sistema, o processo de planejamento para recuperação, reconstrução e melhorias no sistema seria rápido e eficiente. A Figura 19 mostra um exemplo de ligação correta entre os dispositivos que compõem o sistema de drenagem:

Figura 24 – Esquema de Ligações em Projeto de Drenagem de Águas Pluviais



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

No exemplo acima de dimensionamento e projeto, pode-se notar a correta ligação entre os (BLs), os (CPs) e os (PVs), dentro de um ramal principal de tubos que terminam em um dissipador de energia.

Portanto, com base nos dados calculados, coletados “in loco” e apresentados no decorrer desta pesquisa, se torna possível fazer um planejamento correto para a recuperação do sistema de drenagem. E neste caso, executar as manutenções e melhorias por trechos separados, de modo a não prejudicar a mobilidade urbana dentro da região central do município.

Outro ponto é a transposição de toda carga que escoa nas avenidas arteriais e coletoras até a Avenida Perimetral Robson L. S. Silva e o que pode ser feito para que essa carga chegue até os talvegues naturais (macrodrenagem), neste caso, o córrego do Severo.

Na situação atual a água que não é coletada pelos BLs presentes nas avenidas coletoras, tende a escoar superficialmente sobre as sarjetas e fica acumulada no final de cada intersecção entre as coletoras e está via perimetral. Essa situação contribui para a má qualidade do pavimento nestas regiões.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no decorrer da pesquisa buscaram entender o sistema de drenagem projetado desde a colonização do município e todos os fatores que contribuíram para o sistema de drenagem atual, que necessita ser redimensionado, aplicando as corretas manutenções, reconstruções de trechos e melhorias. Em alguns pontos como o setor C, D e GS por exemplo, é possível notar que existe um sistema de drenagem funcional, comprovando sua classificação de acordo com os cálculos demostrados na Tabela 03. Contudo, o município não possui um mapa de drenagem desse sistema, dificultando a aplicação de vistorias e manutenções neste trecho e em vários outros.

Outro ponto de grande importância é como transportar de forma segura toda carga hidráulica proveniente das avenidas arteriais e coletoras, tanto o percentual coletado pela microdrenagem quanto o que escoa superficialmente sobre as sarjetas, o que gera o acúmulo de água sobre o pavimento nas perimetrais.

Uma possível solução consiste na construção de grandes valetas infiltração ou captação desta carga hidráulica e sua correta transposição até os talvegues naturais (macrodrenagem) ou dissipadores de energia (DSs), por meio de obras de arte corrente (bueiros e galerias celulares) em determinados pontos da via que possam transpassar a mesma de forma segura. Esses pontos seriam indicados por meio de estudos planialtimétricos mais aprofundados.

Já no setor B, Avenida Júlio Campos e Setor RI, classificados por não possuírem um sistema de drenagem que atenda a vazão de enchente mínima, mesmo atuando em condições normais de utilização.

Uma alternativa seria realizar uma recuperação do córrego Papai Noel, que transpõe todos esses setores e que se encontra em péssimo estado atualmente. Através de um estudo mais aprofundado, esse córrego poderia ser transformado em uma adutora ao ar livre, semelhante a uma valeta de captação já citada supracima, que coletaria toda carga hidráulica proveniente destes setores, passando por uma recuperação e uma reconstrução em determinados trechos.

Além do mais, podendo até ser usado como equipamento público, espaço de lazer, praça de alimentação, implantação de ciclovias entre outros, melhorando a qualidade de vida da população.

Por fim, o sistema de drenagem pluvial é uma peça fundamental para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento de um município ou determinada região. Por este motivo, deve ser conhecido, dimensionado e executado de forma correta, evitando transtornos e prejuízos à população local, além de ser uma obra onerosa e com um alto grau de dificuldade se tratando de manutenção e reparos.

Na região central de Alta Floresta/MT, as medidas relacionadas à drenagem pluvial ainda podem ser realizadas com maior facilidade, pois, se trata de uma região em desenvolvimento, que diariamente recebe novos investimentos do setor privado além de ser um patrimônio histórico e cultural da cidade. Todavia, se nenhuma medida para solucionar o problema for tomada, este tende a maiores problemas e dificuldades de solução no futuro próximo.

REFERÊNCIAS

ALTA FLORESTA (Cidade). **Lei municipal n. 1.272/2003** - Plano Diretor de Alta Floresta - MT. Disponível em: <https://www.altafloresta.mt.gov.br//fotos_downloads/244.pdf>. Prefeitura Municipal de Alta Floresta – MT, Acesso em: 1 jun. 2019.

ALVES, J. M. B.; CAMPOS, J. N. B.; SOUZA, E. B.; REPELLI, C. A. Produção agrícola de subsistência no Estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrência de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 2, p. 249-256, 1998.

AutoCAD. **Desenho da Região Central de Alta Floresta/MT e Calculo de Área de Contribuição**. Acervo Pessoal, 2019.

BATISTÃO, A. C.; LAVEZO, A.; PESSOA, M. J. G.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M.; A.; C. Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juína (MT). **Revista Brasileira de Climatologia**, v.13, n.9; p. 258-270, 2013.

BEZERRA, M. A. *et.al.* Drenagem Urbana de Águas Pluviais: Cenário Atual do Sistema da Cidade de assú/RN. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL CAMPINA GRANDE/PB 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. Programa de Zoneamento-Ecológico-Econômico. **Caderno temático**: biodiversidade no âmbito do zoneamento ecológico e econômico. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 240p.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C; LIEBMANN, B. A. Zona de Convergência do Atlântico Sul: persistência, intensidade, forma, precipitação extrema e relações com a atividade intrazonal. **Jornal do Clima**, v. 17, p. 88-108, 2004.

CARVALHO, E.R. Edson da Riva Carvalho [Depoimento], Fev. 2019. Entrevistador: SILVA, R. Alta Floresta – MT. Faculdade de Direito de Alta Floresta – FADAF, 2019. 60 min. **Entrevista concedida sobre a História da Colonização e Projeto de Alta Floresta – MT**.

CAIONI, Charles et. al, 2014. **Análise da Distribuição Pluviométrica e de Ocorrência do Fenômeno Climático E.N.O.S no Município de Alta Floresta/MT.** Enciclopédia Biosfera, Centro de Ensino Conhecer. Goiânia/GO. v. 10, n. 19.

FEARNSIDE, P. M. A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 609-618, 2009.

EARTH, Google, 2019. **Imagen da Região Central de Alta Floresta/MT.** Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-9.88136285,-56.07964403,281.72359721a,5953.37369601d,35y,-0h,0t,0r/data=ChMaEQoJL20vMGY2X19tGAEgASgC>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

IBGE. Censo DemoGráfico 2000. MPOG. Governo Federal. Brasil. 2000.

IBGE. Atlas de Saneamento. MPOG. Governo Federal. Brasil. 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **História de Alta Floresta – MT**, 2010. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/panorama>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

KAMURA, T.D. et.al. **Microdrenagem nas grandes cidades:** problemas e soluções. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, v. 1, 2004.

KOPPEN, W. **Climatología con un estudio de los climas de la Tierra.** México, 1948. 478 p.

MANCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 4, p. 157-167, 2011.

MOLION, L. C. B; BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, p. 1334-1342.2000.

NETO, J. M. M.; BARBOSA, M. P.; ARAÚJO, A. E. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.61–66, 2007.

NETTO, Azevedo et. al. **Manual de Hidráulica.** Editora Edgar Blucher, 8. ed. cap. 18, p. 538-547, 1998.

PMAF. PREFEITURA MUNICIPAL DE ALTA FLORESTA/MT. **Imagen Central da Cidade.** Disponível em: <<https://www.altafloresta.mt.gov.br/ACidade/Historia/#footer-conteudo>>. Prefeitura Municipal de Alta Floresta – MT, Acesso em 25 de Abril de 2019.

PHILIPPI, Jr. A. **Saneamento, saúde e ambiente:** fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005 (Coleção Ambiental; 2).

PORTO, M. F. A. Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, v. 5, p.387- 414, 1995

ROSS, J. S. O relevo no processo de produção do espaço. In: MORENO, G.; SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 931-940, 2007.

SOUSA, R. R.; TOLEDO, R. G.; TOPANOTTI, D. Q. Oscilação das chuvas na porção Centro oeste do estado de Mato Grosso, entre os anos de 1996 a 2001. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 71-89, 2007.