Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Junho de 2017

MICRODRENAGEM URBANA EM ALMENARA-MG

Caio Ferreira Gomes[1]; Fábio Luiz Miranda Cardoso[2]; Kameron Samarone Pinto Silva[3]; Sânzio Rodrigues Costa[4]

Resumo

Os dispositivos da microdrenagem urbana são elementos que têm características de captar a água pluvial e direcionar para o seu destino final ideal. Sendo estes dispositivos (bocas coletoras, sarjetas, meio fio e poço de visita), cada um possui características distintas que tem um único objetivo que é o de organizar as águas das chuvas para evitar transtornos nas cidades. Neste trabalho foram estudados 5 (cinco) pontos de alagamentos da cidade de Almenara/MG, nos quais, em visitas *in loco,* percebe-se que a microdrenagem urbana existe, mas é ineficiente. A metodologia usada para obtenção de informações foi pesquisa em campo, reuniões com representantes do executivo e do legislativo municipais e da concessionária de fornecimento de água e tratamento de esgoto da cidade, uma vez que o trabalho proposto se refere, diretamente, ao retrofit do sistema de microdrenagem urbana existente com o objetivo de melhorar o bem-estar social e saúde pública. A pesquisa se mostrou bastante complexa dada a pouca literatura sobre tema abordado, fazendo com que os parâmetros analisados fossem baseados em situações semelhantes registradas em outros municípios do Brasil, sendo, inclusive, observado modelos em cidades de outros países. As ações para correção do sistema estudado são dificultadas pela falta de um projeto de referência e pela utilização, em paralelo, e de forma clandestina, das galerias pluviais existentes para destinação de esgoto residencial. Ao abordarmos este tema, buscamos uma forma de alertar para um problema que se agiganta nos períodos chuvosos e que caracteriza condição de impacto à saúde pública, além de causar vários outros problemas para a população que circula pelas áreas afetadas.

Palavras – chave: microdrenagem urbana, bocas coletoras, sarjetas, meio-fio, poço de visita, retrofit.

Abstract

The devices of the urban micro-drainage are elements that have characteristics of capturing the rainwater and directing towards its ideal final destination. Being these devices: (collecting mouths, gutters, ugly half and well of visit), each one has distinct characteristics that have a unique objective that is to organize the waters of the rains to avoid disturbances in the cities. In this work, 5 (five) flooding points were studied in

[1] Acadêmico de Engenharia Civil da ALFA- Faculdade de Almenara
[2] Acadêmico de Engenharia Civil da ALFA- Faculdade de Almenara
[3] Acadêmico de Engenharia Civil da ALFA- Faculdade de Almenara
[4] Engenheiro Civil- Professor da ALFA- Faculdade de Almenara – sanzio.costa01@gmail.com

the city of Almenara / MG, where, in on-site visits, it is noticed that urban micro-drainage exists, but it is inefficient. The methodology used to obtain information was field research, meetings with representatives of the municipal executive and legislature and the city's water supply concessionaire, since the proposed work refers directly to the retrofit of the existing urban microdrainage system with the goal of improving social well-being and public health. The research was very complex given the few literature on the subject, making the parameters analyzed were based on similar situations recorded in other municipalities of Brazil, and also observed models in cities of other countries. The actions to correct the studied system are hampered by the lack of a reference project and by the parallel and clandestine use of existing rain gauges. As we approach this issue, we seek a way of alerting to a problem that looms large during rainy periods and that characterizes a condition affecting public health, as well as causing several other problems for the population that circulates in the affected areas.

Keywords: urban microdrainage, collecting nozzles, gutters, curb, visit well, retrofit.

1 Introdução

A Engenharia Civil é um ajuntamento de técnicas e conceitos, adquiridos na forma de conhecimento científico, que são aplicados para melhoria da qualidade de vida das pessoas no meio em que vivem. Destarte, a engenharia civil é o ramo da engenharia que busca amenizar e/ou solucionar os problemas apresentados devido à evolução da sociedade, entre eles: infra-estruturas, transportes, estradas, pontes, barragens, loteamentos, edifícios, entre outros.

A urbanização nas cidades brasileiras se iniciou ao longo do século XX, principalmente devido à migração da população rural para os centros comerciais urbanos. Com esse movimento muitas cidades se desenvolveram de forma desordenada e irregular, gerando com isso moradias em locais inadequados e com elas a falta de infra-estrutura.

Segundo Limonad (1996), urbanização é uma forma de estruturação do território, onde a importância dos lugares varia historicamente em função de condicionantes e processos sociais, econômicos, políticos e, por vezes, culturais que constituem.

No Brasil, as enchentes que acontecem de modo recorrente em grandes centros urbanos, não são acontecimentos novos. Metrópoles como São Paulo e grande Porto Alegre sofrem com esse episódios, relatados desde a década de 20 e 40, respectivamente. Estes eventos impunham à população, sobretudo mais vulnerável, dificuldades advindas da falta de energia e água potável, resultando na

construção de um sistema de drenagem e outras obras hidráulicas de controle para a cidade. As obras realizadas diminuíram a frequência das inundações, porém nas últimas décadas as inundações voltaram a trazer preocupação para esta população.

A evolução das cidades altera de forma drástica o escoamento superficial das águas pluviais devido à impermeabilização do solo, evidenciando a falta de planejamento urbano relacionado, principalmente, à drenagem urbana, somada às variações ambientais e mau uso do solo. Como consequência, acarreta em assoreamentos de córregos e pontos de alagamentos que comprometem a mobilidade urbana e podem impactar, inclusive, na saúde da população afetada, nesse sentido, o assunto objetivou os estudos de microdrenagem.

Almenara, município brasileiro do Estado de Minas Gerais, situado às margens do Rio Jequitinhonha, dentro da Região conhecida como Vale do Jequitinhonha. Sua população em 2017, de acordo com estimativa realizada pelo IBGE, é de 41.794 habitantes, sendo uma das cidades mais populosas do Vale do Jequitinhonha. A cidade citada não tem dispositivo coletivo de detenção ou amortecimento de vazão de águas pluviais urbanas, conforme dados apresentados pelo IBGE. Observou-se, em estudos feitos *in loco* e com imagens fotográficas, 5 (cinco) pontos críticos carentes de implantação e/ou retrofit de sistema de microdrenagem, sendo este sistema composto por bocas coletoras, sarjetas, meio-fio, poços de visita e galerias.

Através do estudo de campo e análise de bibliografia específica percebeu-se que há necessidade da intervenção da administração pública municipal para que adote medidas corretivas e preventivas para minimização e controle dos impactos de forma que venha atender a um novo conceito sobre projetos de microdrenagem urbana, baseando-se no Plano Diretor do município, importante no enfrentamento pontual, além de benefícios sociais, econômicos, ambientais e de saúde pública.

Vale ressaltar que no Brasil ainda não tem uma norma específica para tratar do sistema de microdrenagem, fazendo com que, em pleno o século XXI, não se possa ter uma linha de pensamento para que as áreas urbanas sejam projetadas de acordo com a sua necessidade e de uma maneira padronizada.

2 Revisão de Literatura

2.1 A História da microdrenagem

A arte da drenagem de águas superficiais e subterrâneas é tão antiga quanto à origem das civilizações. O fim da vida nômade e o estabelecimento do homem em localidades fixas tornaram-se possíveis a partir do momento em que ele pôde inventar técnicas de manejo da água sobre o solo e utilizar seu poder de percolação para estabelecer os primeiros processos de irrigação e produção de alimentos, independente de condições atmosféricas.

Os sistemas primitivos de drenagem da Idade Antiga eram constituídos pelo conceito “tout àlarue”, ou seja, jogado nas ruas. Era um sistema composto por valas a céu aberto, conforme o conceito em latim, como naquele período a maioria das cidades não eram calçadas e transformava-se em atoleiros nas épocas de chuva, a população estava exposta a sérios riscos de contaminação por diversas doenças provenientes das águas pluviais.

No início do século XVIII surgiu o conceito higienista de drenagem “tout à l’égout”, ou seja, tudo em um mesmo tubo. Sendo um sistema que evacua esgoto (industrial, doméstico e, por vezes, chuva) nos esgotos, através do mesmo tubo. Devido as pestes surgidas no século anterior o conceito higienista surgiu para amenizar e melhorar a qualidade de vida da população e bem-estar social.

Com o decorrer dos anos e as necessidades da população que foram surgindo, haja vista o aumento desordenado das pessoas nas cidades, foi preciso aprimorar técnicas de manejo de águas pluviais com intuito de amenizar o déficit na infra-estrutura e a questão da saúde pública e dobem-estar social.

2.2 A evolução do sistema de microdrenagem

Ao longo dos tempos, e até a Idade Moderna, as obras de drenagem não foram consideradas, em regra, como infra-estruturas necessárias e condicionantes ao desenvolvimento e ordenamento dos núcleos urbanos.

Maner (1996) refere-se à atividade da Civilização Mesopotâmica nos anos de 2500 a.C, que planejaram e construíram, designadamente nas cidades de Ur e Babilônia, infra-estruturas de drenagem e saneamento. A civilização etrusca é a

responsável pela construção de cidades bem organizadas e planejadas na Itália Central, por volta de 600 a.C. Marzobotto, uma dessas cidades, é conhecida, também, pelo engenhoso sistema de drenagem. Ruínas da civilização Chinesa também revelam a existência de sistemas de evacuação de águas residuais, incluindo um importante sistema enterrado, executado por volta do ano 200 D.C. (Needham etal. 1971).

A *Cloaca Máxima* de Roma parece ter sido, no entanto, a primeira obra de dimensão relevante, construída por motivações de qualidade de vida urbana. Um sinal evidente do caráter de serviço público das cloacas de Roma é o fato de ter existido um imposto específico, destinado a assegurar a manutenção das mesmas, o *cloacarium*, e funcionários incumbidos da sua inspeção, os *curatores cloacarum*.

O início do século XIX foi marcado por uma significativa evolução no setor, uma verdadeira revolução tecnológica, com a introdução dos sistemas de abastecimento e de distribuição de água domiciliária, construídos com tubos de ferro fundido funcionando sob pressão.

Em meados do século XIX, os engenheiros já tinham consciência da importância da auto-limpeza e do declive, para assegurar menores encargos e problemas com manutenção das redes públicas. É nesse século que também se desenvolvem, em Paris, diversos equipamentos de limpeza (as famosas “esferas metálicas”) e dispositivos de descarga automática ou que produzem efeitos tampão ou de “barragem”, a fim de criar condições cíclicas de arrastamento nos coletores. Na segunda metade do Século XIX que inicia-se a discussão, entre técnicos e cientistas, das vantagens e inconvenientes de se recorrer ao sistema separativo, em vez de se recorrer ao sistema unitário.

Edwin Chadwick e John Philips, ambos do Reino Unido, foram precursores do princípio do sistema separativo – Philips propôs o sistema separativo para o saneamento de Londres em 1849, mas, alguns anos depois, foi o sistema unitário de Balzagette que começou a ser implementado.

Atualmente, no Brasil, existem incentivos governamentais afim de implantar sistemas de Manejos de Águas Pluviais, para meios urbanos que atendem critérios específicos, com intuito de minimizar os impactos causados pelas enchentes e, consequentemente, melhorar a qualidade de vida das populações.

3 Impacto da urbanização e do planejamento urbano sobre o sistema de microdrenagem

Como descrito por Tucci (2010), a urbanização é um processo de desenvolvimento econômico e social resultado da transformação de uma economia rural para uma economia de serviços concentrada em áreas urbanas. Para Philippi Jr. et al. (2005) o efeito da urbanização sobre os ecossistemas tem provocado uma intensa degradação dos recursos naturais, tornando-se inevitável a tentativa de se criar um modelo que alinhe desenvolvimento e sustentabilidade.

Conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, o tema manejo de águas pluviais refere-se ao sistema de drenagem e tem importância fundamental no planejamento das cidades, dado que consiste no controle do escoamento das águas de chuva, para evitar os efeitos adversos que podem representar sérios prejuízos à saúde, à segurança e ao bem-estar da sociedade. Tal sistema de drenagem contempla pavimentação de ruas, implantação de redes superficial e subterrânea de coleta de águas pluviais e destinação final de efluentes.

É importante salientar que obras de pavimentação transformam grandes espaços urbanos em áreas impermeabilizadas, provocando o aumento do escoamento superficial em detrimento da infiltração das águas pluviais no solo. Portanto, o gerenciamento inadequado do sistema de drenagem pode resultar em impactos ambientais, sobretudo os que incidem diretamente sobre a população residente nas áreas urbanas. Dentre estes, destacam-se: alagamentos, inundações, processos erosivos e assoreamentos. (MOTA, 1999).

Para Philippi Jr. et al. (2005), a fragilidade dos Planos Diretores das cidades aliada a falta de projetos nessa área, que trabalhem uma visão integrada entre meio ambiente e sustentabilidade, constitui uma das principais causas do estado caótico das cidades brasileiras quando o assunto é drenagem ou saneamento básico, gerando uma crise no meio ambiente que ultrapassa as dimensões econômicas e sociais.

Para Tucci (1995) a elaboração do plano de uso do solo é importante instrumento para o direcionamento do desenvolvimento da cidade, bem como para a elaboração de uma legislação adequada.

Os impactos do desenvolvimento urbano têm sido caracterizados por expansões irregulares de periferias sem observância das regulamentações urbanas relacionadas com o Plano Diretor e de normas especificas de loteamento, além da

ocupação irregular de áreas públicas, por especuladores ou por parte da população de baixa renda que vê como uma alternativa a construção de moradias em áreas que apresentam risco à saúde dessas pessoas e ao meio ambiente, isto dificulta o ordenamento das ações não estruturais ou de qualquer outra ação de controle ambiental urbano. Entre algumas ações que podem ser tomadas o Plano Diretor de Drenagem deve ser visto como um instrumento importantíssimo no processo de urbanização.

Em geral, no Brasil, o sistema de drenagem urbana é realizado em conjunto com outras obras de infraestrutura por diversos órgãos sem coordenação e planejamento adequado. A maioria das obras são feitas sem estudo prévio de geologia, hidrologia e hidráulica, resultando em funcionamento ineficaz.

3.1 A falta de planejamento urbano em Almenara/MG

Não diferente do cenário nacional, a cidade de Almenara/MG, objeto deste estudo, apresenta sérios problemas no que tange a ineficiência do sistema de microdrenagem urbana.

Analisando o Plano Diretor vigente em Almenara/MG, percebeu-se que há alguns pontos de indefinição de aplicação de medidas para adequação do perímetro urbano, principalmente, no que diz respeito a implantação de sistema de drenagem de águas pluviais. Fator que muito contribui para a desordenada urbanização desta cidade foi a falta de uma adequada legislação de uso e ocupação do solo.

De acordo com Villaça (1999), Plano Diretor seria uma ferramenta à partir da qual um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentaria um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico. Deste modo, a organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infra-estrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, potencializariam ações definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal.

Informações obtidas com representantes do Executivo, do Legislativo e representante da concessionária de abastecimento de água e tratamento de esgoto, foram discutidos conceitos para um melhor entendimento sobre os sistemas de microdrenagem e de esgotamento sanitário. Segundo informações da

concessionária de abastecimento de água e tratamento de esgoto, a cidade de Almenara/MG apresenta falta de capacidade de vazão para a demanda existente. Tendo dito, inclusive, que há pontos em que a rede pluvial recebe ligações clandestinas de esgotos residenciais e comerciais, contribuindo para a extrapolação da capacidade planejada do sistema de drenagem pluvial.

4 Alagamentos

A ocorrência de alagamentos em centros urbanos está diretamente associada à indiscriminada condição de desenvolvimento das cidades. Alguns loteamentos iniciados de forma irregular contribuem para o comprometimento de cursos d'águas naturais e criam pontos de vulnerabilidade na microdrenagem urbana. O aumento do escoamento superficial faz com que alguns pontos das cidades sejam receptores de um volume de água cada vez maior em períodos chuvosos. Somando a estes fatores, percebe-se que a falta de preocupação com a correta destinação do lixo doméstico, por parte da população, promove um grande dificultador, pois, o acúmulo de lixo nas vias urbanas acaba por obstruir as Bocas Coletoras e Galerias Pluviais, impedindo a coleta das águas das chuvas pelos sistemas de microdrenagem, quando estes existem.

Apesar de sabidamente necessárias, algumas obras de retrofit nos sistemas de microdrenagem urbana não são colocadas em prática. A população, de modo geral tende a acomodação e encara essa realidade sazonalmente. Por outro lado, administração pública, posterga os investimentos.

A integração entre órgãos públicos e a população poderá trazer à tona a solução para esse tipo de problema. Alguns passos importantes podem ser dados pelos próprios municípios: levantamentos de dados com os tipos de atendimentos em postos de saúde que estão relacionados aos transtornos causados pelos alagamentos; mapeamento dos pontos de alagamentos e desenvolvimento de projetos para solução; busca por recursos específicos para implantação dos projetos de microdrenagem urbana ou seu retrofit; campanhas de conscientização sobre os riscos das construções civis em locais com vulnerabilidade de drenagem de águas pluviais e sobre a importância da correta destinação dos resíduos sólidos; gestão dos sistemas de microdrenagem urbana, garantindo seu monitoramento nos períodos de estiagem para ter sua eficiência no período chuvoso.

A inexistência de um sistema de microdrenagem eficaz ou a extrapolação da capacidade dos sistemas existentes colaboram para acarretar em sérios problemas de inundações na atualidade. Entre esses sérios problemas é válido destacar o impacto na saúde pública em decorrência de doenças como leptospirose, cólera, dengue, etc.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (IBGE, 2010):

- 40,87% dos municípios brasileiros sofreram inundações ou alagamentos em áreas urbanas nos últimos 5 anos.
- 60,7% da ocupação urbana em áreas inundáveis naturalmente por cursos d'água. As regiões mais afetadas por estes desastres foram o Sudeste e Sul.

4.1 Alagamentos em Almenara/MG

Nos períodos de maior precipitação a cidade apresenta diversos pontos de alagamentos, sendo selecionados alguns pontos críticos. Cada um desses pontos possui características totalmente distintas, cabendo analisar cada ponto e sugerir propostas adequadas para cada situação. Todavia, há de se ressaltar que para todos os pontos há a falta e/ou a necessidade de readequação de galerias, bocas coletoras, guias de meio-fio e sarjetas.

Com as eventuais precipitações ocorridas ao longo dos anos, conforme dados da ANA (Agência Nacional das Águas), percebeu-se que o município sofre com os grandes picos de intensidades pluviométricas.

De acordo com os registros apresentados é possível observar que o sistema de microdrenagem encontra-se extrapolado, acarretando riscos no trânsito devido à dificuldade de visibilidade para pedestres e condutores, visto que a lâmina d'agua encobre a pista de rolamento e os passeios públicos escondendo objetos ou buracos que podem causar sérios acidentes.

5 Obras de microdrenagem e outras medidas de controle

Os alagamentos em áreas urbanas podem ser combatidosatravés da diminuição de sua ocorrência, por medidas estruturais, ou através da redução de

perdas e adaptação a estes episódios, através de medidas não-estruturais. Medidas estruturais são aquelas que envolvem grande quantidade de recursos e resolvem problemas específicos de uma região. Medidas não-estruturais geralmente possuem custos menores quando comparadas com as estruturais (ANDRADE, 2004). Apesar de distintas, a aplicação de medidas estruturais e não-estruturais deve ser feita de forma integrada (PISANI; BRUNA, 2011).

5.1 Medidas estruturais e não-estruturais

As medidas estruturais são aquelas nas quais o homem modifica o sistema ribeirinho existente na tentativa de minimizar inundações. Estas medidas podem ser intensivas ou extensivas.

Medidas intensivas podem ser de quatro tipos: a) aceleração do escoamento; b) canalização da obra; c) retardamento de fluxo; d)restauração da calha natural.

Medidas extensivas são os pequenos armazenamentos efetuados na bacia, a recomposição da cobertura vegetal e o controle da erosão do solo ao longo da bacia.

Medidas não-estruturais são aquelas que têm caráter extensivo, com ações que podem atingir toda a bacia. Podem ser de natureza institucional, administrativa, ou financeira, sendo adotada individualmente ou por um grupo de pessoas, espontaneamente ou imposta por lei, que visam minimizar impactos e adaptar moradores às condições extremas causadas por eventos de enchentes (PISANI; BRUNA, 2011).

De acordo com ANDRADE FILHO, A. G; SZÉLIGA, M. R.; ENEMOTO, C. F. (2000, p. 70), “as medidas não-estruturais visam a melhor convivência da população com as enchentes e são de caráter preventivo. Podem ser agrupadas em: Regulamento do uso da terra; Construções à prova de enchentes; Seguro de enchente; Previsão; Alerta de inundação”.

6 Metodologia

6.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada nos bairros Centro e Pedro Gomes, na cidade de Almenara -MG, cidade está localizada no estado de Minas Gerais, situada no Vale Jequitinhonha, situada às margens do rio Jequitinhonha, na região nordeste do estado onde os pontos em estudo sofrem nos períodos de chuvas, tanto nos pequenos intervalos de precipitação quanto nos maiores picos pluviométricos, provocando os alagamentos nas pequenas sub-bacias hidrográficas, impossibilitando o tráfego de pedestres e veículos, além da possibilidade de invadir residências e estabelecimentos comerciais.

Para a pesquisa de campo foram realizadas a retirada das coordenadas dos cinco pontos em estudo afim de delimitá-los, foi abordada a temática referente à falta de escoamento das águas pluviais, saúde pública e bem-estar social.

6.2 Procedimentos Metodológicos

O estudo foi desenvolvido em três etapas, na primeira foi realizado levantamento bibliográfico sobre o tema, depois foi realizado a visita *in loco* dos pontos críticos e a última foi a coleta de dados e discussões sobre os resultados obtidos. Após a visitas nos cincos pontos, a Defesa Civil, que está iniciando os seus trabalhos na cidade de Almenara/MG, nos informou de outros pontos de alagamentos existentes na cidade, porém nos informou que há dificuldades para chegar em um trabalho de qualidade devido à falta de suporte necessário para executar suas atividades. As coletas dos pontos foram feitas através de registro de coordenadas geográficas com utilização de aparelho GPS.

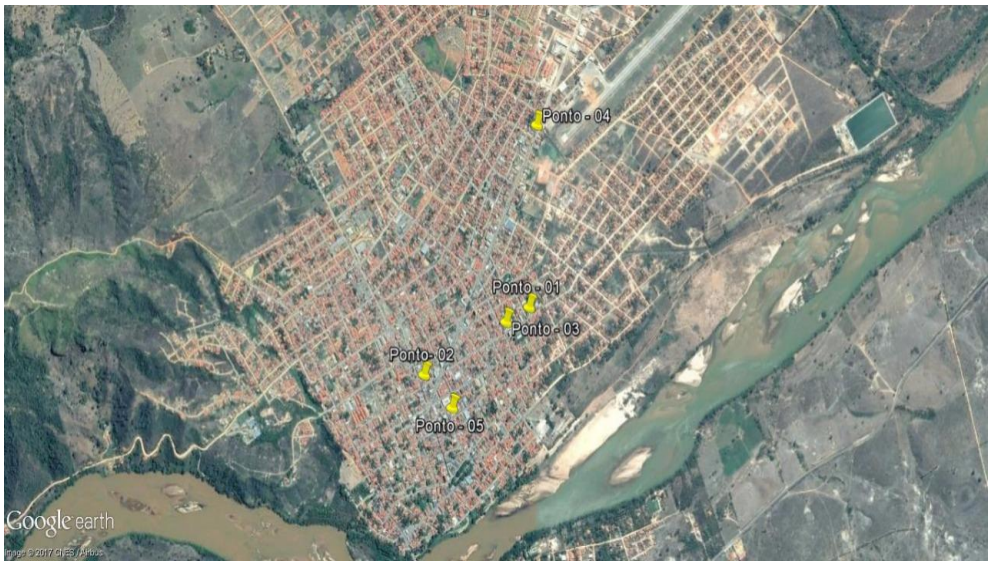
7 Resultados e discussão

7.1 Déficit da microdrenagem e proposta de intervenção na cidade de Almenara/M.G.

Com base nos conhecimentos adquiridos no decorrer deste projeto, notou-se que a cidade de Almenara/MG tem um precário sistema de microdrenagem, o que acarreta em pontos de alagamento. Dos diversos pontos de alagamentos, serão abordados 5(cinco) pontos, que tiveram visitas *in loco* com a finalidade de verificar as suas características e os elementos dos problemas existentes, sendo todos eles mapeados e nomeados da seguinte forma:

- Ponto 1 – Cruzamento da Rua Terêncio com a Rua Argemiro Aguilar;
- Ponto 2 – Cruzamento da Rua Hermano de Souza com a Rua Argemiro Aguilar;
- Ponto 3 – Cruzamento da Rua Rodrigues Seabra com a Rua Argemiro Aguilar;
- Ponto 4 – Cruzamento da Rua Silvino Patente com a Av. Olindo de Miranda;
- Ponto 5 – Cruzamento da Rua Tiradentes com a Rua Aleixo Paraguassú.

FIGURA 1 - Localização dos pontos críticos em Almenara/MG.



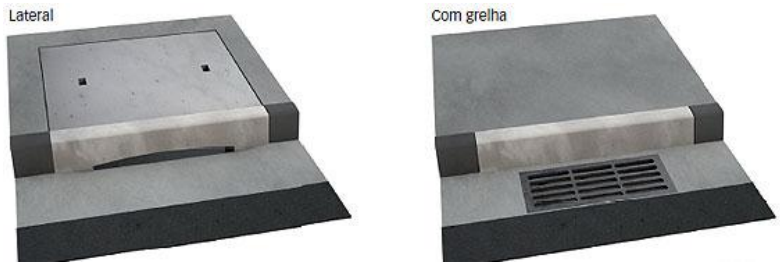
Fonte: Google Earth (adaptado).

Ponto 1

O Ponto 1 é composto por 5(cinco) bocas coletoras, sendo que 1 (uma) está danificada, posicionadas nos vértices das vias (tipo e localização inadequados), não possuindo sarjetas para direcionamento do fluxo d'água, tampouco poços de visitas (PV)de água pluvial. Deste modo, toda água resultante do escoamento superficial nas citadas vias é aglomerada neste cruzamento, contribuindo para extrapolar a capacidade de recepção, e por consequência do extrapolamento, há reflexos nas ruas adjacentes como os conhecidos pontos de alagamentos no cruzamento da Rua Terêncio com a Rua Henrique Heitman e da Rua Samuel Alves de Oliveira com a Rua Henrique Heitman. É notório que esse reflexo constitui um efeito cascata. A galeria pluvial existente encontra-se assoreada.

Devido ao assoreamento da galeria pluvial e bocas coletoras é recomendável que as mesmas passem por manutenções periódicas ou seja substituído o tipo de bocas coletoras cantoneiras, para o tipo bocas coletoras mata leão, fazendo com que os resíduos sólidos de maior tamanho não cheguem até os dutos da microdrenagem. Construir as sarjetas para que as mesmas possam direcionar o fluxo d'água para as bocas coletoras.

FIGURA 2 - Bocas Coletoras; à esquerda do tipo cantoneira e à direita do tipo mata leão.



Fonte: Infraestrutura Urbana.

7.2 Ponto 2

O Ponto 2 é composto por 11(onze) bocas coletoras, posicionadas nos vértices das vias e nas laterais (tipo e localização inadequados), não possuindo sarjetas para direcionamento do fluxo d'água, tampouco, poços de visitas (PV) de

água pluvial, a Rua Argemiro Aguilar nas proximidades do prédio que encontra-se instalado o Juizado Especial local, possui um greide com cota inferior às ruas adjacentes, fazendo com que a água pluvial se aglomere entre o prédio do Juizado Especial e o prédio do empreendimento denominado Taça de Ouro. Além disso, o trecho citado no ponto 2 recebe água pluvial das ruas vizinhas com o greide superior ao do ponto em estudo.

Deste modo, no ponto 2 o efeito cascata se repete, gerando assim, um caos nos períodos de chuvas.

Importante frisar que o caos instaurado no ponto 2 se arrasta no decorrer da Rua Argemiro Aguilar até as imediações do cruzamento com a Avenida Olindo de Miranda, causando assim, nos períodos chuvosos, impossibilidade de tráfego de veículos e pedestres, além de dispor de riscos quanto à saúde pública.

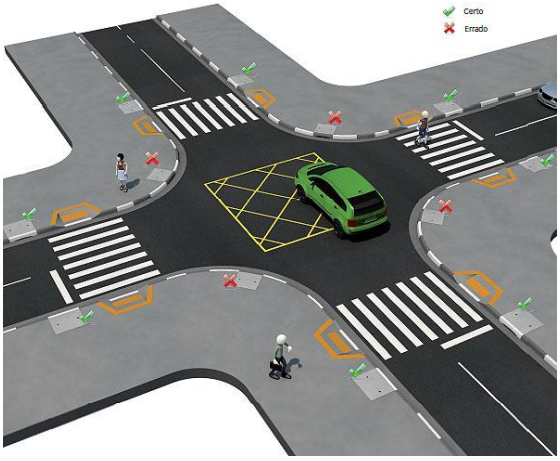
Com intuito de sanar ou amenizar a situação da microdrenagem urbana desse trecho é recomendável a elevação do greide proporcional às ruas adjacentes, visando o escoamento da água pluvial de modo contínuo. Cabe também a instalação de sarjetas para direcionar o percurso da água e o redimensionamento das bocas coletoras existentes, tendo em vista que a capacidade atual para escoamento é insuficiente; e a manutenção periódica das bocas coletoras e da galeria existente.

7.3 Ponto 3

O Ponto 3 é composto por 6(seis) bocas coletoras, posicionadas nos vértices das vias (tipo e localização inadequados). Uma das bocas coletoras encontram-se danificada, reduzindo a capacidade de vazão e dificultando a passagem de pedestres no passeio público. Não possui sarjetas para direcionamento do fluxo d'água, tampouco, poços de visitas (PV) de água pluvial. O grande fluxo d'água remanescente das ruas circunvizinhas, colabora para agravar a situação caótica no ponto em estudo.

As bocas coletoras devem ser dispostas nos pontos mais baixos do sistema para impedir alagamentos e águas paradas em zonas mortas, pois o trecho de maior vazão das sarjetas é justamente nos vértices. Consequentemente, com a realocação das bocas coletoras seria solucionado o problema da boca coletora obstruída. Faz-se necessário a implantação das sarjetas para direcionar o fluxo d'água. Ademais, as ruas circunvizinhas carecem do sistema de microdrenagem, visando amenizar o volume de água que chega no ponto em estudo.

FIGURA 3 - Sistema de Microdrenagem Ideal.



Fonte: Infraestrutura Urbana.

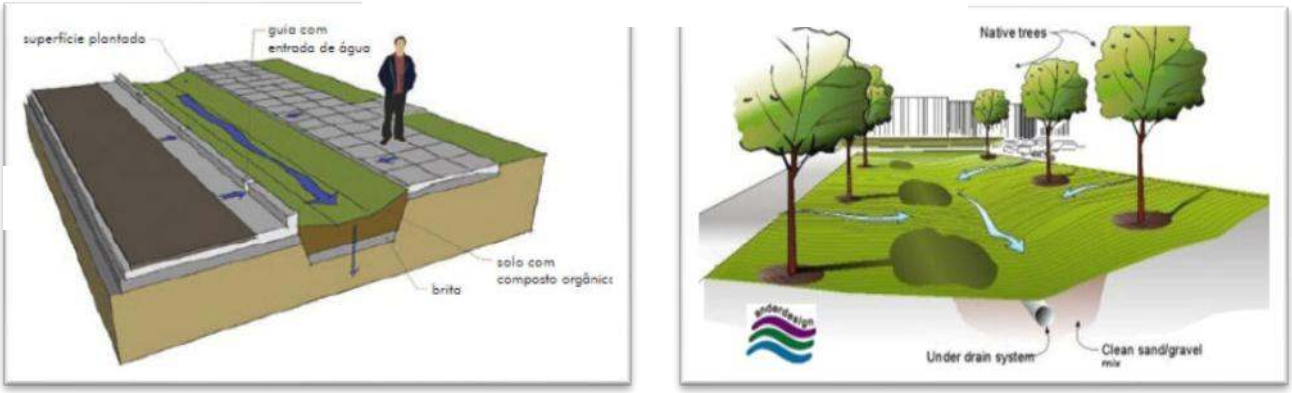
7.4 Ponto 4

O Ponto 4 é composto por 2(duas) bocas coletoras (assoreadas),posicionadas nos vértices das vias (tipo e localização inadequados). Não possui sarjetas para direcionamento do fluxo d'água, tampouco, poços de visitas (PV) de água pluvial. O grande fluxo d'água remanescente das ruas circunvizinhas, colabora para agravar a situação caótica no ponto em estudo. Como tentativa de redirecionar o intenso fluxo d'água foi construída uma lombada com objetivo, posicionamento e dimensões em desacordo com a Resolução nº 600/2016 do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, conforme o Artigo 1º da citada Resolução, a ondulação transversal pode ser utilizada onde se necessite reduzir a velocidade do veículo de forma imperativa, nos casos em que estudo técnico de engenharia de tráfego demonstre índice significativo ou risco potencial de acidentes cujo fator determinante é o excesso de velocidade praticado no local e onde outras alternativas de engenharia de tráfego são ineficazes.

Para este ponto em estudo seria aconselhável a implantação completa do sistema de microdrenagem nas ruas circunvizinhas, visando a redução do volume d'água. Deste modo, poderia ser retirada a lombada irregular, tendo em vista que esta não é componente do sistema de microdrenagem urbana. A implantação de um sistema de biorretenção no canteiro central da Avenida Olindo de Miranda, no trecho compreendido entre a Rua Silvino Patente e a Rua Júlio de Sousa Figueiredo, agregaria maior permeabilidade, e se adequaria à definição de Botelho (1998),

"pegar e largar rápido", ou seja, recolher as águas da chuva e conduzi-las para jusante o mais rapidamente possível.

FIGURA 4 - Sistemas de Biorretenção.



Fonte: Reprodução/Google.

7.5 Ponto 5

O Ponto 5 é composto por 1 (uma) boca coletora. O traçado da Rua Tiradentes não possui sarjetas para direcionamento do fluxo d'água. O grande fluxo d'água remanescente das sub-bacias hidrográficas circunvizinhas, contribui para agravar o problema de zona morta de alagamento e água parada.

Como proposta de intervenção, recomenda-se a implantação/recuperação do sistema de microdrenagem nas ruas adjacentes (instalação de bocas coletora, guias de meio-fio, sarjetas e poços de visitas). Com essas intervenções seria possível evitar/amenizar o efeito cascata em todos os pontos em estudo, exceto o ponto 4.

8 Considerações finais

O projeto inicial deste trabalho tem como finalidade apresentar o atual sistema de microdrenagem urbana na cidade de Almenara/MG, destacando todos os elementos que compõem os 5 (cinco) pontos em estudo, analisando ponto a ponto, afim de identificar a peculiaridade de cada situação, propondo adequações a este sistema com intuito de amenizar o alagamento e, consequentemente, a melhoria da qualidade de vida da população diretamente afetada.

Optou-se pelo tema de microdrenagem urbana por ser um assunto no qual a realidade da cidade carece de um sistema eficaz. Através de visitas *in loco* percebeu-se que as residências nos pontos em estudo se adequaram à realidade da cidade, passeios com alturas elevadas e placas de aço instaladas em grades e portões, com a finalidade destes serem barreiras de contenção da água pluvial. Nestas visitas também foi possível observar que o sistema de microdrenagem está defasado e há pontos em que não se encontram elementos primordiais deste sistema, como bocas coletoras, sarjetas e poços de visitas. Em um dos pontos de estudo notou-se a existência de uma lombada inserida no vértice de um cruzamento de vias com o objetivo de redirecionar o fluxo da água pluvial, sendo que esta lombada está em desacordo com a legislação vigente. Ademais, o sistema necessita de manutenção periódica por parte dos órgãos competentes.

Em busca de dados sobre o sistema de microdrenagem na cidade de Almenara/MG, foram realizadas reuniões com os órgãos responsáveis pela implantação, fiscalização e manutenção do sistema, não logrando êxito, sendo esta uma das grandes dificuldades encontradas para o desenvolvimento do projeto. Dentre as informações obtidas, destaca-se o Plano Diretor Municipal criado em 2008, que muito embora delineie as diretrizes a serem seguidas, não condiz com a realidade, uma vez percebida que nem mesmo foi criada a Lei de Uso e Ocupação do Solo.

Diante da atual conjuntura, é recomendável o retrofit do sistema de microdrenagem urbana, implantação de uma equipe qualificada para realizar as manutenções periódicas neste sistema em conformidade com as legislações e uma efetiva fiscalização para evitar o comprometimento do sistema de microdrenagem por obras civis e a utilização das galerias pluviais clandestinamente para conexão de

redes de esgoto. Para que possa ocorrer uma melhoria no sistema de microdrenagem e fiscalização eficaz, cabe ao órgão municipal, integrado com o estadual e federal, em parcerias/convênios com a iniciativa privada, buscar medidas de desenvolvimento de programas que visem desde a educação da população até as modificações estruturais e não estruturais necessárias para mitigar os efeitos percebidos.

9 Referências

ANDRADE FILHO, A. G; SZÉLIGA, M. R.; ENEMOTO, C. F. **Estudo de medidas não estruturais para controle de inundações urbanas**. In. Publicatio UEPG. No. 6, 2000. Pp 69-90.

ANA. Agência Nacional de Águas. Dados Hidrológicos. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/faleconosco/faq.aspx#>. Acesso em 04 de Set de 2017.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 75 p.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades. EDGARD BLÜCHER LTDA**, 2a Ed. rev. e ampl. - São Paulo, 1998.
LTDA, 2a Ed. rev. e ampl. - São Paulo, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Obtido em Acesso em: 31 mar. de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3101706>. Acesso em: 31 mar. de 2017.

LIMONAD, E. (1996). **Os Lugares da Urbanização: O Caso do Interior Fluminense**.Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo.

MANER, A.W. – **Public works in ancient Mesopotamia. Civ. Engrg.**, 36(7), 50-51, 1966.

MARICATO, E. **Habitação e Cidade**. 7a ed. São Paulo: Editora Atual, 1997, 80 p.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

Needham, J.; Ling, W. and Gwei-Djen, L. **– Science and Civilization in China – Vol. 4: Physics and physical technology. III: Civil engineering and nautics**. Cambridge University Press, New York, 1971.

PISANI, M. A. J., BRUNA, G. C. **How To Minimize Urban Flooding: Permissible Architecture And Urban Planning**. In. Engevista**,** V. 13, n. 1. p. 40-45, maio 2011.

PHILIPPI Jr. A, **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manoele, 2005- (coleção Ambiental; 2).

PORTO, R.; ZAHED F., K.; TUCCI, C.; BIDONE, F. **Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH, 1997. 805-847 p.

RIGHETTO, A.M., MOREIRA, L.F.F. & SALES, T.E.A. (2009). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas. In: Manejo de Águas Pluviais Urbanas, Projeto PROSAB, Righeto, A.M**., pp. (19- 73), ABES, Natal, Brazil.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Porto Alegre. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: ABRH, EDUSP, 1993.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre. ABRH, UFRGS,1995.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**.Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Urbanização e recursos hídricos**. In: BICUDO, C. E. de M.;

TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL,M. C. B. **Águas do Brasil: análisesestratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

VILLAÇA, Flávio. **Dilemas do Plano Diretor. In: CEPAM. O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam, 1999. p. 237 – 247.