

ÍNDICE DE FRAGILIDADE EM DRENAGEM PLUVIAL PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÕES

Luciana Santos Carvalho¹
Rogério da Silva Machado²
Laura Caroline do Amaral³
Eldemir Pereira de Oliveira⁴
Walter Corrêa Carvalho Junior⁵

RESUMO

A cidade de Várzea Grande - MT, passa pelos mesmos transtornos que várias cidades brasileiras que é a deficiência em saneamento básico, falta de planejamento no manejo com as águas urbanas e consequentes prejuízos com inundações. Desta maneira foi conduzida a aplicação do Índice de Fragilidade do Sistema de Drenagem Pluvial Urbana (IFS Drenagem) pelo Grupo de Pesquisa UNIVÁGUAS, pertencente ao curso de Engenharia Civil do UNIVAG – Centro Universitário. Foi aplicada a metodologia em 15 pontos do córrego da Manga com adaptação a realidade local, da nascente a foz da bacia, passando pelos bairros Cristo Rei, Construmat, Alameda Júlio Muller e Manga. Os resultados foram apresentados em forma de mapas de cores para melhor visualização e espacialização da situação. O Índice Geral de Fragilidade foi Forte e Muito Forte mostrando deficiências em obras de drenagem pluvial e a recorrência de transtornos a sociedade. Existe a possibilidade de solucionar a problemática através de projetos específicos de engenharia como os reservatórios de detenção, mas essa proposta esbarra no impedimento legal da realização de obras de infraestrutura em áreas ambientalmente protegidas.

Palavras-chave: Índice de Fragilidade do Sistema, Drenagem Pluvial Urbana, Mapeamento de Áreas de Risco.

ABSTRACT

The city of Várzea Grande - MT, goes through the same disorders as several Brazilian cities that is deficiency in basic sanitation, lack of planning in the management with the urban waters and consequent damages with floods. In this way, the Fragility Index of the Urban Pluvial Drainage System (IFS Drenagem) was applied by the UNIVÁGUAS Research Group, belonging to the Civil Engineering course of UNIVAG - Centro Universitário. The methodology was applied in 15 points of the Manga basins with adaptation to local reality, from the source to the mouth of the basin, passing through Cristo Rei, Construmat, Alameda and Manga districts. The results were presented in the form of color maps for better visualization and spatialization of the situation. The General Fragility Index was Strong and Very Strong showing deficiencies in rainwater drainage works and the recurrence of societal disorders. There is the possibility of solving the problem through specific engineering projects such as the reservoirs of detention, but this proposal faces the legal impediment to the realization of infrastructure works in environmentally protected areas.

Keywords: System Fragility Index, Urban Pluvial Drainage, Risk Area Mapping.

¹ Discentes de Graduação em Engenharia Civil pelo UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande, Mato Grosso.

² Discentes de Graduação em Engenharia Civil pelo UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande, Mato Grosso

³ Discentes de Graduação em Engenharia Civil pelo UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande, Mato Grosso

⁴ Professor Doutor do UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande, Mato Grosso.

⁵ Professor Especialista do Centro Universitário de Várzea Grande-Univag

1- INTRODUÇÃO

De maneira geral, após acontecimentos de eventos extremos e consequentes inundações, avarias e ônus para a população, indaga-se se falhas nos sistemas hidráulicos podem ter sido ocorridas por falha no projeto/execução ou por possíveis mudanças climáticas.

De fato, conforme observações já realizadas (TUCCI, 2009), eventos extremos são recorrentes e naturais, comparativamente a todo o ciclo hidrológico, causando danos em moradias, sistemas de transportes, atividades comerciais e industriais que se situam na área de inundação do corpo hídrico.

De acordo com Tucci (2012), a visão moderna da gestão das águas pluviais urbanas desenvolve a integração dos recursos hídricos na bacia hidrográfica e das águas urbanas, entendendo como inundação quando o escoamento da água sai de seu leito e atinge áreas laterais com ocupação do solo, configurando áreas de risco de inundações.

Segundo Silva et al (2004) apud Santos Junior (2014), é importante o uso de indicadores, servindo-se de instrumentos que avaliem de forma integrada a fragilidade em sistemas de drenagem pluvial urbana, inclusive pela carência de informações que subsidiem o diagnóstico de funcionalidades dos sistemas urbanos, conforme relata Righetto (2009).

Desta maneira, o Centro Universitário de Várzea Grande (UNIVAG) se propôs a realizar o levantamento de dados e avaliação do manejo das águas urbanas, por intermédio de pesquisa científica ligado ao Curso de Engenharia Civil, visando à identificação de pontos críticos na cidade de Várzea Grande – MT, em termos de deficiência no saneamento básico, notadamente quanto à drenagem pluvial e esgotamento sanitário.

A avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana foi realizada pelo Índice de Fragilidade do Sistema (IFS), resultando na identificação de pontos críticos na área urbana de maneira que possibilite soluções que visem à melhoria da qualidade de vida da população, incluindo a análise da criação de pontos de monitoramento para subsidiar projetos e tomada de decisão quanto ao uso e ocupação do solo.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Área de Estudo

Com aproximadamente 949,53 km², o município de Várzea grande (15°32'30'' latitude sul e 56° 17'18'' latitude oeste Gr) situado na microrregião de Cuiabá, Centro Oeste brasileiro, Estado de Mato Grosso conta com uma população quase que, totalmente, na área urbana, estimada em 274.013 habitantes (IBGE, 2017). É o segundo maior município do estado. A denominação do nome Várzea Grande se deve à extensa área de planície, na qual o núcleo se originou e se desenvolveu, abrangendo enormes várzeas. Seguindo Ferreira (1988), sua bacia hidrográfica é a grande Bacia da Prata que contribui com a Bacia do rio Cuiabá, a mesma possui clima tropical quente sub-úmido, com precipitações médias de 1,750 mm, com maior intensidade em janeiro, fevereiro e março. A temperatura média anual é de 24°C, sendo maior máxima de 42° C e a menor de 0° C.

Ainda conforme o mesmo autor, a cidade de Várzea Grande fica a cerca de 100 metros do rio Cuiabá, por isso foi batizada com este nome, pois durante as cheias, formavam-se grandes várzeas no local. Com a criação do município, em 1948, a municipalidade Várzea-grandense, doou ao Ministério da Aeronáutica 700 hectares de terra, no setor Norte, destinados à construção do campo de aviação que recebeu o nome de Aeroporto Marechal Rondon, sendo até hoje o maior aeroporto do Estado de Mato Grosso.

Os moradores da área do aeroporto rumaram cerca de 4 km abaixo, sentido rio Cuiabá e fundaram um pequeno povoado que se chamou Manga. Hoje a manga é um bairro próspero, cortado por uma das vias de acesso mais importantes da história de Várzea Grande – AVENIDA DA FEB, que é a maior e principal avenida da cidade de Várzea Grande, com seus 2,8 km de extensão, liga a divisa de Várzea Grande à divisa com Cuiabá, passando pelos bairros: Jardim Cerrados, Ponte Nova, Cristo Rei, Manga e Alameda.

Um dos pontos importantes da região da Manga é onde se situa o Seminário Católico, que ficou assentado nas terras do Capão do Negro, uma antiga Colônia de trabalhadores. No Seminário, além da administração geral, funciona o Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG.

O Grupo de Pesquisa pertencente ao UNIVAG, que se denomina UNIVÁGUAS, tem concentrado seus esforços na região que faz parte da bacia hidrografia do Córrego da Manga. A figura 1 apresenta a localização da região de estudo.

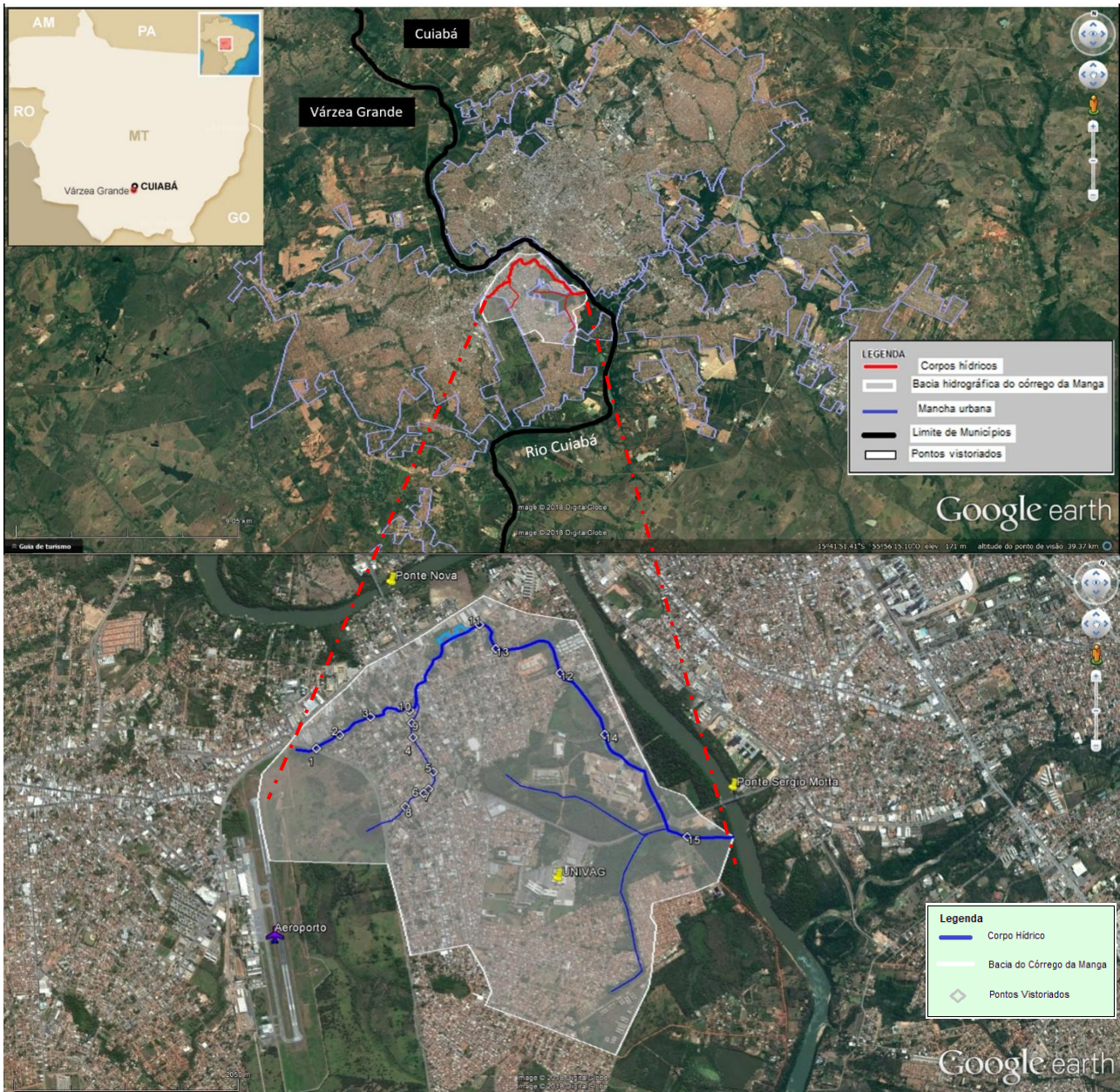


Figura 1 – Bacia do Córrego da Manga (Fonte: adaptado do Google Earth).

2.2 – IFS Drenagem

Considerou-se a utilização da metodologia desenvolvida por Silva et al. (2004), denominada Índice de fragilidade do Sistema – IFS na adição do componente de drenagem urbana do plano de saneamento ambiental do município de Alagoinhas-BA. O interessante desta metodologia é a possibilidade da adaptação para aplicabilidade segundo as peculiaridades regionais de bacias hidrográficas urbanas, analogamente a trabalhos como Santos Júnior (2014), Santos Júnior (2013) e Steiner (2011).

Segundo Santos Junior (2014), a fragilidade de um sistema baseia-se em diferentes preceitos, notadamente fatores Climatológicos, Ambientais, Tecnológicos e Institucionais, podendo ser utilizada como diretiva em políticas públicas, visando planejamento, o gerenciamento e a tomada de decisão. Ainda relata o mesmo autor, que o IFS Drenagem Pluvial visa atestar os seguintes elementos:

- i. Identificar os elementos e as possíveis falhas de micro e macrodrenagem por meio de registros fotográficos; e,
- ii. Adaptar, aplicar e avaliar o sistema de drenagem pluvial existente indicando o grau de fragilidade através de uma classificação qualitativa.

A Tabela 1 abaixo apresenta os fatores que interferem na fragilidade do sistema de drenagem pluvial urbano.

Tabela 1 – Indicadores de Fragilidade do Sistema – IFS: naturezas, indicadores e abordagens.

Natureza	Indicadores e abordagens adotadas
Climatológica	Existência de estudos na região: representatividade da equação de Intensidade – Duração – Frequência (IDF) das chuvas regionais.
Ambiental	Degradação física dos terrenos: consideram-se terrenos baldios e áreas com maiores declividades, as quais facilitem a produção de sedimentos.
	Favorecimento da produção de sedimentos: consideram-se locais próximos a áreas verdes, terrenos baldios, áreas com maiores declividades, ou seja, fatores que produzem maior quantidade de sedimentos.
	Ocorrência de alagamento: áreas onde ocorrem alagamentos.
	Contribuição para alagamentos de outros Pontos Vistoriados.
	Deposição de resíduos gerais nas vias públicas: descarte de todos os tipos de resíduos em locais públicos, inclusive lançamento de esgotos.
	Assoreamento do corpo receptor: processos ocasionados pelo acúmulo de resíduos, entulho e outros detritos no fundo do corpo receptor.
	Interferências inadequadas: do sistema de drenagem com lixo, circulação de pedestres e veículos.
Tecnológica	Ineficiência do escoamento nas vias: consideram-se áreas com predominância de planícies, as quais facilitam o alagamento.
	Ineficiência dos dispositivos de coleta: equivalem aos equipamentos que compõe o sistema de microdrenagem.
	Interferência inadequada no trânsito de veículos: situação do trânsito de veículos e geral, em meio a um alagamento ou inundação.
	Interferência inadequada no movimento de pedestres: deslocamento dos pedestres em meio a um alagamento ou inundação.
	Redução da vida útil dos pavimentos e acessos: após a ocorrência de chuvas intensas.
Institucional	Percepção da população quanto a Administração Pública: perguntas realizadas aos moradores se os mesmos estão satisfeitos com a manutenção e conservação dos dispositivos de drenagem.
	Elevação dos gastos com manutenção e conservação dos equipamentos públicos: os equipamentos equivalem os elementos de microdrenagem (sarjetas e bocas de lobos) e macrodrenagem (galerias de grande porte, pontilhão, bueiros, etc.)

Fonte: Adaptado de Santos Júnior (2014).

É interessante salientar, que este Indicador requer a análise das interferências no sistema de drenagem pluvial urbano sendo necessária, portanto, a visita técnica e verificação dos fatores *in loco*. A avaliação da manifestação destes fatores pode acontecer pela atribuição de valores para se obter os graus de fragilidade em cada ponto visitado. Neste trabalho, os valores foram adaptados de Santos Junior (2013), conforme Tabela 2. O IFS é dado pela soma dos pesos atribuídos em função de cada indicador analisado.

Tabela 2 – Valores adotados para manifestação dos indicadores.

Valores (Pesos)	Manifestação dos Indicadores
0	Indicador inexistente no Ponto Vistoriado
1	Presente, sem agravante (100%)
2	Pouco agravante (75%)
3	Média (50%)
4	Moderada (25%)
5	Ausente, muito agravante (0%)

Fonte: Adaptado de Santos Júnior (2013).

Infelizmente, é notória a deficiência em projetos públicos na maior parte das cidades brasileiras, de modo que o município em pauta não é diferente dos demais. O grupo de Pesquisa sentiu muita dificuldade em adquirir dados e parâmetros de projetos. Desta maneira, houve uma simplificação do IFS original para dar maior aplicabilidade à realidade local, retirando-se o componente tecnológico da análise de fragilidade do sistema. Desta maneira foi dado foco aos fatores que podem ser analisados visualmente ou através de relatos históricos descritos pela própria população residente na área em análise ou por reportagens da mídia.

Os resultados foram apresentados em forma de mapas para facilitar a visualização através da espacialização dos Pontos Visitados. Foi definida uma classificação em cores de acordo com o Grau de Fragilidade do sistema analisado. Também foram revisados os intervalos dos Graus de Fragilidade para aprimorar a aplicabilidade no presente estudo. A Tabela 3 apresenta a classificação do Grau de Fragilidade e sua respectiva classificação em cores.

Tabela 3 – Graus e Intervalos de fragilidade do IFS Drenagem Pluvial.

Graus de Fragilidade	Intervalos (IGF)
Muito Baixa	0 à 17
Baixa	17 à 34
Média	34 à 51
Forte	51 à 68
Muito Forte	68 à 85

Na figura 2 estão representados os pontos vistoriados na bacia hidrográfica do córrego da Manga com a indicação dos detalhamentos dos trechos. Para melhor visualização, a bacia foi subdividida em: trecho superior (Detalhe 1) que compreende a parte mais alta (área de cabeceiras) sendo que as cotas altimétricas deste trecho variam entre 190 m e 160 m com uma distância de 1600 m; trecho médio da bacia (Detalhe 2) que compreende uma área mais aplainada inclusive com a presença de lagoas naturais e trechos de várzea onde as cotas altimétricas variam entre 160 m a 150 m em uma distância de 2.800 m; e trecho da foz da bacia (Detalhe 3) que compreende a parte final do córrego da Manga que deságua diretamente no Rio Cuiabá tendo cotas altimétricas variando de 150 m a 148 m no seu exutório percorrendo uma distância de 1.700 m.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi aplicado o IFS Drenagem em 15 (quinze) pontos da bacia hidrográfica do córrego da Manga. Os pontos abarcaram desde a nascente a foz da referida bacia percorrendo cerca de 6.100 metros no seu trecho mais longo. Foram avaliados os indicadores de natureza Climatológica, Ambiental e Institucional conforme consta na tabela 1, de acordo com as abordagens estabelecidas. A classificação em cores se deu conforme a Tabela 3.



Figura 2 – Pontos vistoriados na bacia do córrego da Manga e indicação do detalhamento dos trechos.

Preponderantemente o córrego da Manga apresenta Graus de Fragilidade Forte a Muito Forte. Os trechos de cabeceira como eram de se esperar possui um Grau de Fragilidade Baixo, muito em função da pouca magnitude de valores de vazão nas nascentes. Assim que o córrego permeia os bairros da Manga, Construmat, Cristo Rei e Alameda tem sua classificação deteriorada apresentando em quase todos os trechos os Graus de Fragilidade Forte e Muito Forte.

Na Figura 3 é apresentado o Detalhe 1 que é referente ao trecho superior do córrego da Manga. A Figura 5 é referente ao trecho médio sendo apresentado o Detalhe 2 e o trecho da foz do córrego da Manga está demonstrado na Figura 7 sendo referente ao Detalhe 3.

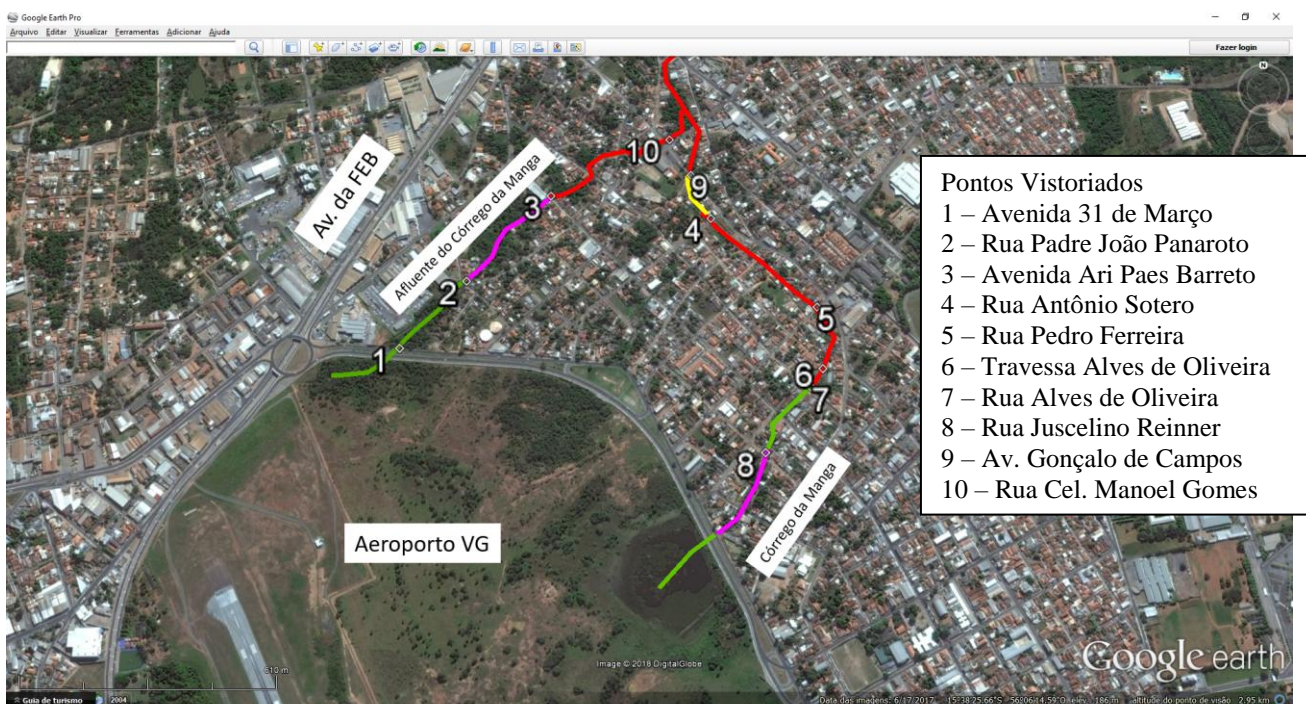


Figura 3 – Detalhe 1: Pontos vistoriados no trecho superior e a classificação em cores do Grau de Fragilidade do Sistema de Drenagem Pluvial.

Os pontos 1, 2, 7 e 8 possuem pouca recorrência de inundações devido a baixa magnitude de vazões nas partes mais altas da bacia. No ponto 2 e ponto 8 que foi classificado com o Grau de Fragilidade Forte apresentou os piores indicadores nos quesitos: erosão nos terrenos e assoreamento no corpo receptor; interação inadequada com esgotos e lixos; elevação nas vazões de cheias e contato da população com águas poluídas. Os demais fatores se manifestaram de médio a moderado agravante sendo que a percepção da população sobre a gestão das águas pelas entidades públicas é considerada pouco agravante.

Os demais pontos deste trecho receberam a classificação Grau de Fragilidade Muito Forte. A análise do Grupo de Pesquisa entendeu que os pontos 4, 9 e 10 são os mais críticos devido aos danos causados a sistemas públicos presentes como transporte público e uma Creche Municipal que sofre frequentemente com as inundações. A Figura 4 apresenta fotografias dos pontos 4, 9 e 10.

Não foi possível analisar o indicador tecnológico quanto à eficiência do sistema de drenagem em foco, mas há grandes possibilidades dos elementos de microdrenagem estarem subdimensionados contribuindo para a ocorrência frequente de inundações e prejuízos materiais a população residente.

A percepção da população quanto a gestão das águas pelas entidades públicas é considerada muito agravante e deveras ausente.



Figura 4 – Detalhes: (A) Rua paralela à Avenida Gonçalo Botelho de Campos evidenciando umidade no asfalto em frente à Creche Municipal; (B) Praça Cultural situada ao lado da Creche Municipal onde também se percebe a rua com muita umidade; (C) Elementos de microdrenagem (sarjeta e leito carroçável); (D) Elementos de microdrenagem (bueiros tubulares); (E) área úmida presente atrás da Creche Municipal; (F) inundação em evento chuvoso ocorrido em 12/03/2015, fonte: imagem cedida por moradores e de autoria própria.

A cidade de Várzea Grande como o próprio nome diz é uma grande várzea e, portanto, com solo pouco permeável, dificultando medidas compensatórias em drenagem urbana que visem à infiltração das vazões de cheias. Neste caso uma medida com potencial de ser abordada é o

reservatório de detenção das águas de cheia, pois traz soluções flexíveis com potencial de adaptação a situação local.

Porém, vale ser destacado que para possibilitar tal projeto, a Prefeitura deverá investir no monitoramento de eventos hidrológicos na região e levantamento topográfico de alta precisão para proporcionar o dimensionamento do reservatório. A seguir na Figura 5 é apresentado o trecho médio da bacia.



Figura 5 – Detalhe 2: Pontos vistoriados no trecho médio e a classificação em cores do Grau de Fragilidade do Sistema de Drenagem Pluvial.

Este trecho da bacia apresentou o Grau de Fragilidade Forte e Muito Forte. Entre os pontos 10 e 11 está situada a principal Avenida de acesso ao bairro Cristo Rei, Av. Dom Orlando Chaves. Este sistema de drenagem apresentou elementos de drenagem que podem ser considerados eficientes, mas como há uma alta produção de sedimentos e resíduos sólidos e líquidos, caso não haja limpeza periódica da micro e macrodrenagem, há grandes possibilidades de inundações, inclusive houve relato destes acontecimentos em chuvas de grande magnitude.

Neste trecho da bacia há duas lagoas naturais, a primeira um pouco a montante do ponto 11 e a outra no ponto 14. O Grupo percebeu que estas lagoas têm o funcionamento de reservatórios de detenção, conseguindo reduzir o volume de escoamento. Porém, ocorre acúmulo de resíduos sólidos que ocasiona o entupimento das canalizações e consequentes inundações. Um procedimento que

deve ocorrer é a limpeza da lagoa pela Prefeitura Municipal.

Não obstante, um ponto que pode ser considerado positivo, é que a água na saída da lagoa possui uma qualidade razoável, podendo indicar que está ocorrendo depuração dos efluentes, ou seja, a lagoa está funcionando como uma Estação de Tratamento natural. De todo modo não é escopo deste Grupo de Pesquisa realizar análise de qualidade da água. A figura 6 apresenta fotografias dos pontos 12 e 14, que se situam a montante e a jusante da segunda lagoa natural.



Figura 6 – Detalhes: (A) Rua Mariano Campos Maia, montante da lagoa natural; (B) Vista de montante para jusante da lagoa, percebe-se acúmulo de vegetação que dificulta o escoamento da água; (C) Rua Manoel Ribeiro da Silva, vista para dentro da lagoa evidenciando acúmulo de resíduos sólidos; (D) Vista dos bueiros tubulares na saída da lagoa, baixa vazão de saída.

Apesar das lagoas naturais funcionarem como reservatórios de detenção e também realizarem o tratamento da água, houve relato de inundações nos pontos 12, 13 e 14, sendo indicativo de que o acúmulo de resíduos impede o escoamento da água.

Pode ser observado na Figura 6-A que a presença de espumas na água do córrego, sendo devido ao lançamento de esgotos sem tratamento. Neste trecho médio da bacia não foram verificados elementos de microdrenagem, acarretando em um sistema ineficiente com Forte e Muito Forte Grau de Fragilidade.

Sugere-se que a Prefeitura realize a readequação das lagoas naturais para melhorar a utilização e readequar o manejo das águas pluviais urbanas. A Figura 7 apresenta o trecho da foz do córrego da Manga.



Figura 7 – Detalhe 3: Pontos vistoriados no trecho da foz da bacia e a classificação em cores do Grau de Fragilidade do Sistema de Drenagem Pluvial.

Entre os pontos 14 e 15 existe uma grande área de várzea onde o córrego da Manga perde sua calha natural, não sendo possível analisar quanto a eficiência do sistema de drenagem, porém a partir do ponto 15 os elementos de microdrenagem se mostram eficientes e o escoamento da água na galeria é feito de forma natural, seguindo seu percurso até o desague no Rio Cuiabá.

4 – CONCLUSÕES

O Índice Geral de Fragilidade do Sistema de Drenagem do córrego da Manga é Forte e Muito Forte ocorrendo inundações urbanas com frequência. Alguns fatores recorrentes devem ser

destacados:

- Erosão nos terrenos e consequente assoreamento dos corpos d'água;
- Interação inadequada com resíduos sólidos e esgotos;
- Interferência no trânsito de veículos e pedestres;
- Prejuízos materiais com a ocorrência de inundações;
- Ineficiência do sistema de drenagem pluvial com consequente redução da vida útil; e,
- Percepção ruim da população quanto a administração pública.

Devido a estes fatores, há grandes preocupações pela melhoria da qualidade de vida da população residente nesta bacia hidrográfica. Alguns pontos vistoriados foram considerados mais críticos, sendo eles:

- Ponto 4: Rua Antônio Sotero de Almeida;
- Ponto 9: Avenida Gonçalo Botelho de Campos situando a Creche Municipal;
- Ponto 10: Rua Coronel Manoel Gomes na confluência dos córregos; e,
- Ponto 11: Rua Vereador Abelardo de Azevedo na ponte sobre o córrego da Manga.

Estes pontos devem ser analisados com mais cautela pois possuem recorrência em danos materiais e prejuízos a população residente nas proximidades. Nestes pontos devem ser criados sistemas de monitoramento de eventos hidrológicos, notadamente chuva e vazão para subsidiar parâmetros de projetos.

De maneira geral, a cidade de Várzea Grande passa por dificuldades legais pelo fato de estar situada em zona de várzea que, atualmente, são considerados áreas de proteção ambiental perante a legislação em vigor, mesmo que a cidade tenha sido criada antes da implementação das referidas leis.

O direito urbanístico planeja e controla o uso do solo, mas é dificultada a regularização fundiária pela localização em área de várzea. Porém, recentemente foi sancionada a Lei Federal 13.465/2017 que altera aspectos para a regularização fundiária urbana com o propósito de melhorar progressivamente a infraestrutura através de projetos urbanísticos específicos para imóveis em situação de risco, sendo este o caso de toda a zona urbana de Várzea Grande.

Desta maneira poderá ocorrer a proposição de medidas compensatórias em drenagem urbana para viabilizar a resolução dos transtornos referente a ineficiência do sistema em questão.

Corroborando com Righetto (2009), a cidade de Várzea Grande é semelhante a várias cidades brasileiras no tocante a carência de estudos e pesquisas em hidrologia urbana essenciais

para o conhecimento em maior profundidade dos problemas das águas urbanas, já incluindo as observações de eventos hidrológicos e pesquisa em caráter de inovação.

O sistema de monitoramento de eventos hidrológicos deve ser melhorado e aperfeiçoado. Vários eventos trágicos ocorrem constantemente e são relatados pela imprensa com cunho apenas midiático. A questão é que se perde grandes oportunidades de resolução da problemática através de projetos de engenharia por falta de dados que subsidiem tais estudos.

Deve ser fomentada a parceria entre órgãos que realizam o monitoramento hidrológico para disponibilização dos dados de maneira mais célere e facilitada, valendo serem citadas as Instituições de Ensino e Pesquisa, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DCEA), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as Prefeituras e Governos Estaduais.

Devido ao solo da cidade ser considerado pouco permeável, as medidas a serem abordadas devem ocorrer no contexto de reservatórios de retenção que amortecem o escoamento superficial e amenizam as inundações e ainda podem ser adaptadas a situação local.

AGRADECIMENTOS – A Coordenação do Curso de Engenharia Civil pelo apoio e incentivo ao Grupo de Pesquisa UNIVÁGUAS; a Prefeitura Municipal de Várzea Grande pelo interesse e material disponibilizado; e aos discentes pesquisadores sem o qual o trabalho não poderia ter acontecido.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, J. C. V. **Cidades de Mato grosso - Origem e Significado de seus nomes.** – Editora: Memória Brasileira. Bandeirantes, 1988.

SANTOS JÚNIOR, V. J. Avaliação da drenagem pluvial da bacia hidrográfica do córrego Cintra em Montes Claros/MG. 2013. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – **Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – FACET**, Montes Claros, 2013.

SANTOS JÚNIOR, V. J. Avaliação da Fragilidade do Sistema de drenagem pluvial urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego das Melancias em Montes Claros – MG. **Revista Monografias Ambientais – REMOA.** v. 3, n. 5, dez. 2014, p.3986-3997, UFSM, Santa Maria, doi: 10.5902/22361308115125.

STEINER, L. Avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana com aplicação do índice de fragilidade. Estudo de caso: microbacia do Rio Criciúma, SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – **Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC**, Criciúma, 2011.
HUFFMAN, G. J. Estimates of Root-Mean-Square Random Error for Finite Samples of Estimated Precipitation. **J. Appl. Meteor.**, 14, 1191-1201.

HUFFMAN, G.J., R.F. ADLER, D.T. BOLVIN, E.J. NELKIN (2010-01-01T00:00:00.000Z), The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA). **Chapter 1 in Satellite Rainfall Applications for Surface Hydrology**, doi:10.1007/978-90-481-2915-7.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Déficit em saneamento básico no Brasil**. Disponível em: <www.tratabrasil.org.br/deficit-em-saneamento-basico-no-brasil>, acesso em: 10/04/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada – Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>, acesso em: 02/09/2017.

MISHRA, ANOOP KUMAR. Efecto fraim gauge density over the accuracy of rainfall: a case study over Bangalore, Índia. **SpringerPlus** 2013, 2:311.

RIGHETTO, A. M. (Coord.). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. **Projeto PROSAB 5**. Rio de Janeiro: ABES: 2009.

SILVA, B. J. et al. **O componente drenagem urbana no plano municipal de saneamento ambiental de Alagoinhas, Bahia**. Disponível em: <www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemæ126.pdf>, acesso em: 10/05/2014.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da Drenagem Urbana**. Textos para discussão CEPAL-IPEA, 48. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. ISSN: 2179-5495.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4ª Edição. Editora UFRGS/ABRH. Porto Alegre: 2009.
