
Avaliação da fragilidade no sistema de drenagem pluvial urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego das Melancias em Montes Claros – MG

The assessment of frailty in urban stormwater drainage system: the case of the watershed of Melancias in Montes Claros – MG

Valdevino José dos Santos Júnior¹

¹ Engenheiro Ambiental, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho, Brasil

Resumo

A fragilidade de um sistema baseia-se em diferentes preceitos, podendo ser utilizada como diretiva em políticas públicas, visando o planejamento, o gerenciamento e a tomada de decisões. Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo avaliar a fragilidade na bacia hidrográfica do córrego das Melancias por meio da aplicação do Índice de Fragilidade do Sistema – IFS sob o sistema de drenagem pluvial urbana da referida bacia, se atentando a: i) identificar os elementos e as possíveis falhas de micro e macrodrenagem por meio de registro fotográfico e ii) adaptar, aplicar e avaliar os IFS para se obter o grau de fragilidade da drenagem pluvial urbana na bacia hidrográfica do córrego das Melancias. Este estudo apoiou-se no Índice de Fragilidade do Sistema – IFS na identificação de fatores que influenciam no sistema de drenagem pluvial urbano. Neste estudo foram tomados 3 Pontos de Estudo – PEs mediante visita *in loco* na bacia em questão, para identificar os elementos e as falhas de micro e macrodrenagem e adaptar e aplicar IFS para se obter o grau de fragilidade na bacia do córrego das Melancias. Foram identificados e os elementos de micro e macrodrenagem com suas respectivas falhas e encontrou-se o grau de fragilidade Muito Forte. Conclui-se que com esta metodologia eficiente, é possível a identificação de falhas nos sistemas de drenagem pluvial urbana na bacia; e esta necessita de uma maior atenção quanto à correção e a prevenção de alagamentos e inundações.

Palavras-chave: Índice de fragilidade do sistema. IFS. Drenagem urbana. Drenagem sustentável. Indicadores.

Abstract

The fragility of a system based on different principles, can be used as policy in public policies aimed at planning, management and decision making. In this sense, the present study aims to evaluate the weakness in the watershed of the stream of Melancias by applying the Fragility Index System - IFS under the system of urban stormwater drainage of the basin, paying attention to: i) identify the elements and possible failures of micro and macro drainage through photographic record and ii) adapt, implement and evaluate IFS to obtain the degree of fragility of urban storm drainage in the watershed of the stream of Melancias. This study relied on the Fragility Index System - FIS in identifying factors that influence the urban stormwater drainage system. This study were taken 3 Points Study - on-site visit by PEs within their watershed, and to identify the elements faults micro and macro drainage and adapt and apply IFS to obtain the degree of fragility in the stream of Melancias basin. Were identified and the elements of micro and macro drainage with their flaws and found the degree of fragility Very Strong. We conclude that with this efficient methodology, it is possible to identify gaps in urban stormwater drainage systems in the basin; and this requires greater attention in the correction and prevention of waterlogging and flooding.

Keywords: Fragility Index System. FIS. Urban Drainage. Sustainable drainage. Indicators.

1 INTRODUÇÃO

A fragilidade fundamenta-se em preceitos abrangentes, podendo ser utilizados como diretrizes em políticas públicas, objetivando o planejamento, a gestão e a tomada de decisões.

A maioria dos projetos de drenagem pluvial urbana baseia-se apenas em projetos estruturais, com intuito de transferir o escoamento superficial o mais rápido possível, da montante para a jusante, transpondo, no mesmo instante, os problemas no tempo e espaço, demonstrando um aspecto insustentável sob as esferas ambientais, sociais, tecnológicas e econômicas (SILVA *et al.*, 2013).

A drenagem urbana é o conjunto de medidas que tem por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão submetidas, reduzir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável (Porto *et al.*, 2009).

Com isto, é importante o uso de indicadores, servindo-se de instrumentos que avaliem de forma integrada a fragilidade em sistemas de drenagem pluvial urbana (SILVA *et al.*, 2004).

Os sistemas de drenagem pluvial urbana abrangem para Botelho (1998) e Santos Júnior (2013), as calhas das ruas, galerias, escadarias e rampas, até a chegada das águas pluviais ao curso hídrico. Tendo em vista, evitar erosões do terreno e dos pavimentos, evitar alagamento de calhas viárias, eliminar pontos baixos sem escoamento e ordenar a chegada de águas pluviais até os rios.

Neste sentido, o presente estudo visa avaliar a fragilidade na bacia hidrográfica do córrego das Melancias por meio da aplicação do Índice de Fragilidade do Sistema – IFS sob o sistema de drenagem pluvial urbana da referida bacia, se atentando a: i) identificar os elementos e as possíveis falhas de micro e macrodrenagem por meio de registro fotográfico e ii) adaptar, aplicar e avaliar os IFS para se obter o grau de fragilidade da drenagem pluvial urbana na bacia hidrográfica do córrego das Melancias.

1.1 Fundamentação Teórica

O sistema de drenagem pluvial constitui-se em elementos de Microdrenagem e de Macrodrenagem (SANTOS JÚNIOR, 2013).

A microdrenagem pode ser definida como um conjunto de técnicas a serem injetadas para conter e controlar o escoamento superficial das águas pluviais (FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA - CEPAM, 2006).

Botelho (1998), Azevedo Netto (1998), Farias (2008), Carvalho (2010), Creder (2011) e Santos Júnior (2013) conceituaram em 12 os elementos do sistema de microdrenagem:

1. **Guias:** tem a função de limitar o passeio e o leito carroçável (ruas, avenidas, rodovias), são produzidas a partir de concreto simples, normalmente pré-moldado, sendo comumente chamado de meio-fio;
2. **Sarjetas:** são utilizadas para a fixação das guias e para formar o local por onde a água irá escoar, conduzindo-as até os pontos de coleta. São feitas de concreto simples ou granito e argamassa;
3. **Sarjetões:** canal longitudinal geralmente triangular localizado entre a guia e o leito carroçável, interligando as sarjetas ou destinando as águas pluviais para os pontos de coleta são constituídos de paralelepípedos ou de concreto;
4. **Bocas de lobo:** são dispositivos que captam águas pluviais sendo assim encontrados nas sarjetas, é o instrumento mais usual de captação. Trata-se do rebaixamento das sarjetas, da tampa de cobertura de concreto armado, das guias, das conexões da caixa até as galerias pluviais e caixa de captação, apresenta a possibilidade de serem ligados em série com outras bocas de lobo;
5. **Caixas com grelhas ou ralos:** servem para as captações verticais de água pluviais, devem ser utilizadas e locais planos, ou seja, com ausência de declividade transversal, no meio dos leitos carroçáveis de frente edificação presença de carros. Esse mecanismo retém resíduos desnecessariamente, apresentando assim, uma única desvantagem;
6. **Bocas contínuas de captação:** são usualmente utilizadas onde há um corpo hídrico receptor por perto, como por exemplo, avenidas marginais aos rios. São similares às bocas de lobo e

- tem como principal vantagem a captação ser mais confiável que as bocas de lobo por serem à prova de entupimento, devido essencialmente ao seu comprimento e por desvantagem, tem o fato de ser muito custoso para sua construção;
7. **Canaletas de topo e pé de talude:** as canaletas são empregadas na interceptação e no encaminhamento de águas pluviais para garantir a proteção do topo e pé de taludes. As águas pluviais são interceptadas para evitar a erosão da face do talude, devido à alta velocidade das águas, recomenda-se estar coberto por vegetação ou massa asfáltica;
 8. **Galerias de condução de águas pluviais:** as águas que foram coletadas pelos implementos de captação que são as bocas de lobo e as caixas de grelhas são formados por tubo de ligação. Assim, essa tubulação conectada direciona as águas para uma canalização principal, cujos diâmetros variam de 300 mm a até 2000 mm;
 9. **Poços de visitas:** são dispositivos destinados a permitir visitas de inspeção, limpeza e também a desobstrução de tubulações e galerias enterradas, geralmente são instaladas em cruzamento de ruas;
 10. **Rampas e escadarias hidráulicas:** são canais com pequenas extensões utilizados para direcionar águas localizadas em um ponto alto para pontos mais baixos. Para as rampas, a declividade é contínua. Para as escadarias, devido as degraus, a descida da água é descontínua.
 11. **Dispositivos de chegada de águas pluviais nos córregos ou rios:** deprecia a ocorrência das erosões ou de perturbações no corpo receptor. São utilizadas pedras para assoalhar ou concreto para que o derramamento de água pluvial nos canais, rios e córregos não acarretem em erosão.
 12. **Revestimento de taludes:** os taludes são superfícies de alto grau de inclinação e as águas ao escoarem por essa superfície adquirem grande velocidade, causando assim a erosão. Por isso, é necessária a construção de canaletas de topo e de pé ou revestir o talude com uma leve camada de asfalto ou cobri-lo com grama.

Macrodrenagem é o conjunto de obras de engenharia composto por sistemas de captação da água pluvial, cujo principal objetivo destas obras estruturais é promover a destinação das águas pluviais para os córregos e rios (CEPAM, 2006).

A macrodrenagem envolve o conjunto de sistemas de coletores que recebem água dos diversos elementos de microdrenagem. Caracterizam-se por serem obras de grande porte e dispendiosas, podendo suportar precipitações superiores aos do sistema de microdrenagem (BARROS, 2005; TUCCI, 2007).

1.2 O uso de indicadores

A Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, instituiu o Estatuto da Cidade, aborda que o uso de indicadores é de grande importância em monitoramentos ambientais urbanos e atua como um adequado instrumento para gestão pública (BRASIL, 2014).

O uso de indicadores é de fácil compreensão e interpretação. Possuem a capacidade de associar-se a outros e distintos indicadores e componentes, no sentido de contribuir para a formulação de índices. Os índices associam-se a diferentes indicadores em um específico campo de análise, possibilitando a transformação de informações complexas em informações de rápida assimilação (STEINER, 2011).

Um índice, de acordo com Montibeller-Filho (2010), é um conjunto de valores resultando em cálculos relacionados a um conjunto de indicadores filiados de diversas dimensões ou peculiaridades de um sistema ou elemento. Ressalta-se ainda que, um índice é um indicador de elevada categoria que compreende um grau superior, resultado da união de um conjunto de indicadores e variáveis.

Silva *et al.* (2004) desenvolveu uma metodologia apoiada em Indicadores de Fragilidade do Sistema – IFS na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas – BA. Neste plano, o sistema de drenagem urbana é tratado como um conjunto de elementos de drenagem possuindo uma série de fatores que alteram o desempenho dos dispositivos. Já os fatores são afetados pelo desempenho, o que provoca uma reação em cadeia nos sistemas de drenagem.

Desta maneira, a drenagem é observada de forma mais ampla, contemplando questões de diversas

naturezas tais como: ambiental, climatológica, tecnológica e institucional (SANTOS JÚNIOR, 2013).

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do córrego das Melancias está localizada no município de Montes Claros -MG (Figura 1). Apresenta clima Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger, caracterizada por um clima tropical úmido de savana – cerrado – com estação seca no inverno. As temperaturas médias variam entre 20,4° e 24,7°C. O período chuvoso concentra-se nos meses de novembro a fevereiro, chegando a 227,0 mm no mês de dezembro (SÁ JÚNIOR, 2009).

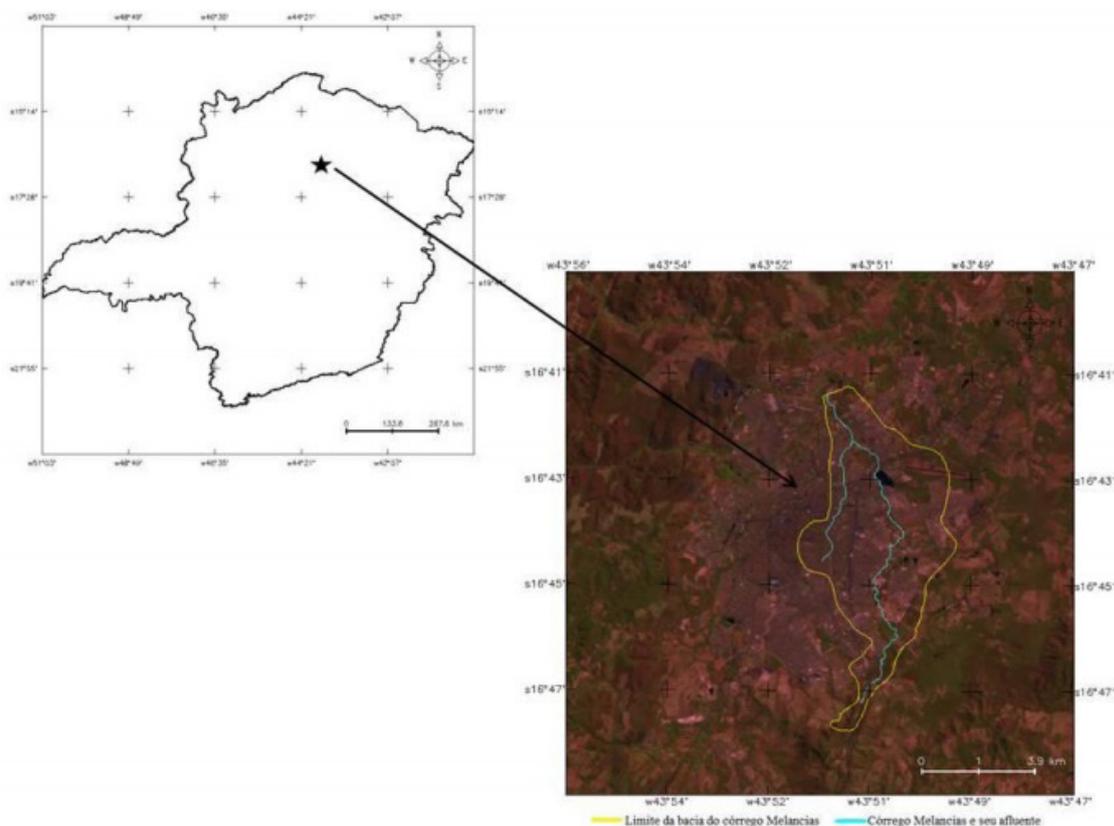


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do córrego das Melancias.

Fonte: Silva *et al.* (2013)

A bacia hidrográfica do córrego das Melancias abrange os seguintes bairros do município de Montes Claros: Santa Lúcia I e II Monte Carmelo I e II Santa Laura e o Esplanada. Este é local onde o córrego deságua na Lagoa Interlagos (FONSECA, 2007).

2.2 Bases metodológicas

Este estudo baseou-se na metodologia desenvolvida por Silva *et al.* (2004) que utilizou Índice de Fragilidade do Sistema – IFS na adição do componente drenagem urbana ao plano de saneamento ambiental do município de Alagoinhas-BA.

Santos Júnior (2013) e Steiner (2011) adaptaram e aplicaram a metodologia supracitada em bacias hidrográficas de urbanas de diferentes localidades para a avaliação da fragilidade na drenagem pluvial urbana.

A Tabela 1 abaixo apresenta os fatores que interferem na fragilidade no sistema de drenagem pluvial urbano.

Tabela 1 – Fatores intervenientes no sistema de drenagem pluvial urbano.

Natureza	Fatores	Abordagem
Climatológico	Regime de chuvas intensas	*Representatividade da equação intensidade x duração x frequência.
	Ambiental	
	Arranjo do traçado	*Interação com topografia, respeito ao sistema natural de drenagem.
	Usos do solo	*Nível de impermeabilização dos terrenos. *Erodibilidade dos terrenos. *Ocupação marginal dos corpos interceptores.
	Padrões de conforto das vias	*De pedestres. *De grande fluxo de veículos e de pedestres. *De grande fluxo de veículos e de baixo fluxo de pedestres. *De médio movimento. *De acesso local.
	Interação com demais equipamentos de saneamento urbano	*Lançamento de efluentes domésticos na rede. *Lançamento de outros efluentes na rede. *Deposição de lixo nas galerias e canais. *Dispersão de sedimentos nas vias.
Tecnológico	Estruturas de microdrenagem	*Dimensão dos dispositivos hidráulicos. *Padrão construtivo. *Adequação do conjunto de dispositivos. *Manutenção e conservação dos dispositivos.
	Estruturas de macrodrenagem	*Dimensão dos dispositivos hidráulicos. *Padrão construtivo. *Adequação do conjunto de dispositivos. *Manutenção e conservação dos dispositivos.
Institucionais	Aspectos gerenciais	*Interatividade de componentes. *Aporte financeiro no orçamento. *Recursos humanos. *Planejamento das ações e estudos existentes.
	Aspectos legais	*Existência de normas e outros instrumentos. *Aplicação dos dispositivos

Fonte: Silva *et al.* (2004)

Neste trabalho foram tomados 3 pontos de estudo – PEs mediante visita *in loco*.
O primeiro PE é a nascente, o segundo no médio curso do córrego e o terceiro e último ponto na foz (Figura 2).

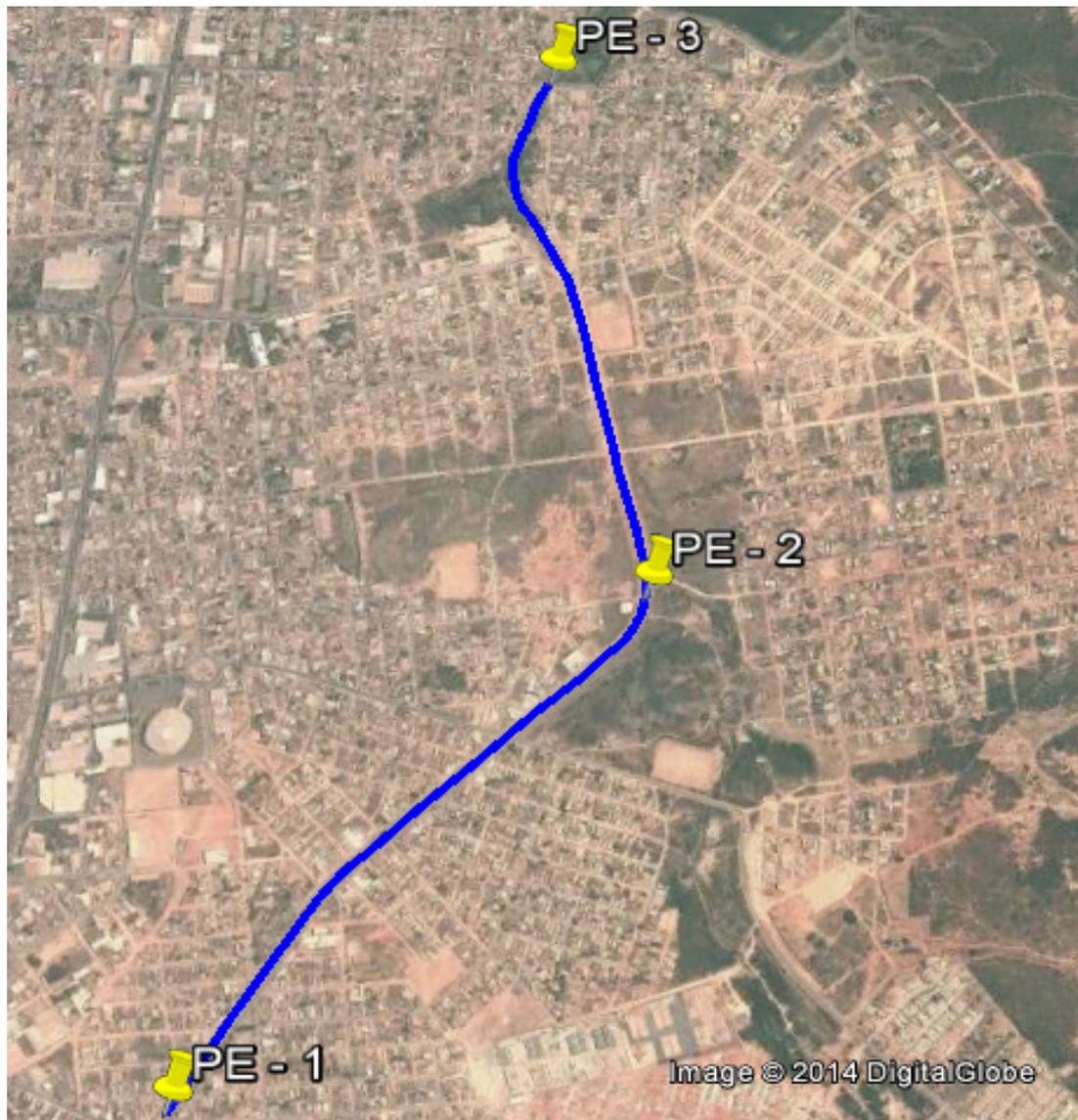


Figura 2. Localização dos Pontos de Estudo PEs – 1 (nascente), 2 (médio curso) e 3 (foz).

Nos 3 PEs identificou-se e registrou-se por meio de fotografias os elementos e as possíveis falhas de micro e macrodrenagem.

O IFS avalia a manifestação de indicadores de fragilidade de 3 naturezas, sendo elas: ambiental, institucional e tecnológica (Tabela 2), quanto às interferências no sistema de drenagem.

Nos PEs tomados, aplicou-se os IFS com auxílio de uma planilha para melhor avaliação da manifestação dos fatores intervenientes do sistema de drenagem, por meio da atribuição de valores (Tabela 3) para se obter os graus de fragilidade em cada PE.

Os valores (pesos) da Tabela 3 foram baseados em Santos Júnior (2013).

Após a avaliação da manifestação dos indicadores com os valores apresentados pela Tabela 3, foi necessário obter o Índice Geral de Fragilidade – IFG que se deu pela soma dos pesos atribuídos em função da manifestação de todos os indicadores das naturezas ambiental, institucional e tecnológica em cada PE.

Os valores do IGF variam entre 0 a 130 (Tabela 4) e foram divididos em graus e intervalos, para a melhor avaliação do grau de fragilidade no sistema de drenagem na bacia hidrográfica do córrego Cintra.

Tabela 2 – Indicadores de Fragilidade do Sistema – IFS: naturezas, indicadores e abordagens.

NATUREZA	INDICADORES E ABORDAGENS ADOTADAS
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 alagamento de outros PEs
	Deposição de resíduos gerais nas vias públicas: descarte de todos os tipos de resíduos em locais públicos.
	Assoreamento do corpo receptor: processos ocasionados pelo acúmulo de resíduos, entulho e outros detritos no fundo dos rios.
Institucional	Interferências inadequadas: do sistema de drenagem com lixo, circulação de pedestres e veículos.
	Elevação dos gastos com manutenção e conservação dos equipamentos públicos: os equipamentos equivalem a obras destinadas a utilização pública como: rodoviárias, escolas, postos de saúde, hospitais, terminais, praças, etc.
	Aumento da demanda de recursos hídricos financeiros para a implementação de obras: recursos financeiros necessários para corrigir a falha de obra já existentes.
Tecnológica	Ineficiências operacionais: falta de capacidade de manter o sistema de microdrenagem.
	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.
	Interferência inadequada no movimento de pedestres: deslocamento dos pedestres em meio a um alagamento.
	Redução da vida útil dos pavimentos e acessos: após a ocorrência de chuvas intensas.

Fonte: Silva et al. (2004)

Tabela 3. Valores da manifestação dos indicadores.

Valores (pesos)	Manifestação dos indicadores
0	Indicador inexistência no PE
1	Presente, sem agravante (100%)
2	Pouco agravante (75%)
3	Média (50%)
4	Moderada (25%)
5	Ausente, muito agravante (0%)

Fonte: Santos Júnior (2013).

Tabela 4. Graus e intervalos de fragilidade.

Graus de fragilidade	Intervalos (IGF)
Muito baixa	0 a 26
Baixa	26 a 52
Média	52 a 78
Forte	78 a 104
Muito forte	104 a 130

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A visita *in loco* a bacia hidrográfica do córrego Melancias iniciou-se a partir do início da avenida do córrego das Melancias (nascente), passando pelo médio curso até a foz. Nestes 3 pontos foram identificados e registrados por meio de fotografias os elementos de microdrenagem, bem como as possíveis falhas nestes elementos (Figuras 1A e 1B).



Figuras 1 – A) Galeria de condução de águas pluviais, B) Guia (meio-fio) e o leito carroçável.

As falhas ilustradas nas Figuras 1A e 1B referem-se à falta de elementos de microdrenagem nas vias da bacia hidrográfica do córrego das Melancias, tais como: dispositivos de chegada de águas pluviais no córrego, para evitar a ocorrência de perturbações, assoreamento ou de erosões no corpo receptor, sarjetas, sarjetões e principalmente bocas de lobo.

Nas Figuras 2A, 2B e 2C abaixo, apresentam os elementos de macrodrenagem, bem como as falhas encontradas nestes.



Figuras 2 – (A) Elemento de Macrodrenagem, o canal do córrego das Melancias, (B) Calha do canal com rachadura e (C) Erosão e assoreamento no canal do córrego Melancias.

Foram adaptados, aplicados e avaliados a manifestação dos IFS de naturezas ambiental, tecnológica e institucional sobre a bacia hidrográfica do córrego das Melancias, conforme a Tabela 5 abaixo:

Tabela 5. Índice de Fragilidade no Sistema – IFS nos PEs.

Natureza do Indicador	Indicadores	Valores (Pesos)		
Ambiental	Ocorrência de alagamentos	3	4	5
	Prejuízos materiais	5	3	5
	Risco de vidas humanas	2	2	5
	Interferência negativa na rede natural de drenagem	2	2	4
	Erosão nos terrenos da bacia	3	5	5
	Arraste de material das vias sem pavimento	3	4	5
	Deposição de sedimentos em vias públicas	4	4	5
	Interação inadequada com esgotos	5	5	5
	Interação inadequada com lixo	5	5	5
	Elevação das vazões de cheias	4	4	5
	Limitação das áreas de inundação	5	5	5
	Interferência no trânsito de veículos	5	5	5
	Interferência na circulação de pedestres	5	5	5
	Contaminação do corpo receptor	5	5	5
	Contato da população com águas poluídas	3	3	5
Assoreamento do corpo receptor	5	5	5	
Índice de fragilidade – Ambiental		64	66	79
Tecnológico	Escoamento ineficiente nas vias	5	5	5
	Dispositivo de coleta ineficiente	5	5	5
	Transporte hidráulico ineficiente	5	5	5
	Encarecimento das soluções	5	4	5
	Redução da vida útil dos equipamentos de drenagem	5	5	5
	Redução da vida útil dos pavimentos	5	5	5
	Abatimento de terrenos por carreamento de solo para galerias	5	5	5
Índice de fragilidade - Tecnológico		35	34	35
Institucional	Elevação de gastos com manutenção e conservação	5	5	5
	Encarecimento das soluções técnicas	5	5	5
	Perda de credibilidade da Administração Pública	5	5	5
Índice de fragilidade – Institucional		15	15	15
Índice Geral de Fragilidade		114	115	129

Os índices de fragilidade do sistema classificaram a bacia hidrográfica do córrego das Melancias com um alto grau de fragilidade. Isto se deu devido aos pesos atribuídos à manifestação dos indicadores

que, em grande maioria, recebeu o peso 5, ou seja, os indicadores de fragilidade do sistema encontram-se ausentes ou se tornam fatores agravantes para a questão da drenagem urbana pluvial, propiciando alagamentos das e de inundações do córrego.

Os indicadores de natureza ambiental, tecnológica e institucional poderiam variar os valores após a atribuição dos pesos entre 0 a 80, 0 a 35 e de 0 a 15, respectivamente. No entanto, os indicadores de natureza ambiental variaram entre 64 a 79. Os indicadores de natureza tecnológica variaram entre 34 e 35 e os institucionais ficaram na casa dos 15 nos 3 PEs.

A Figura 3 abaixo apresenta os valores obtidos pela avaliação da manifestação dos indicadores aplicados sob a bacia hidrográfica do córrego Melancias.

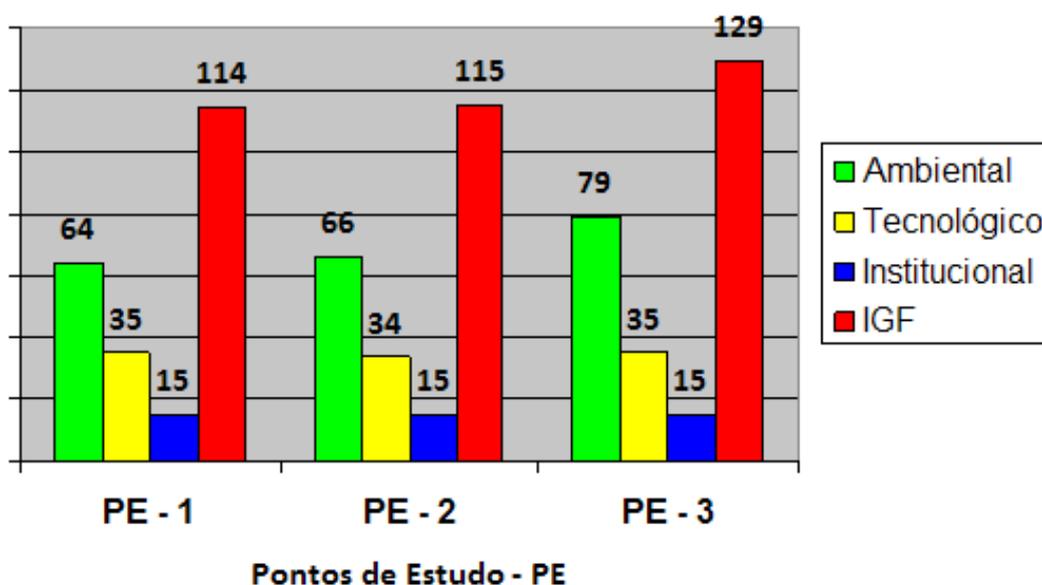


Figura 3 – Valores dos Indicadores de Fragilidade do Sistema de naturezas ambiental, institucional e tecnológica após a avaliação e o Índice Geral de Fragilidade (IGF).

O Índice Geral de Fragilidade – IGF nos 3 PEs, que se deu pela somatória dos pesos atribuídos aos indicadores das três naturezas ambiental, tecnológica e institucional, variaram entre 114 a 129 revelando, conforme a Tabela 4 acima, um grau de fragilidade Muito Forte no sistema de drenagem da bacia hidrográfica do córrego das Melancias.

4 CONCLUSÃO

A utilização de indicadores de fragilidade é de grande importância para o planejamento e gerenciamento de planos diretores, projetos de drenagem pluvial urbana, ou seja, em instrumentos de gestão pública, demonstrando-se como uma ferramenta eficiente na identificação de falhas em sistema de drenagem pluvial urbana.

Neste estudo foram identificados na bacia do córrego das Melancias os elementos e as falhas de micro e macrodrenagem, por meio de registro fotográfico. Notou-se assoreamento, rachaduras na calhas do córrego, além da presença de resíduos sólidos e de efluentes domésticos, dentre outros.

A adaptação e aplicação dos Índices de Fragilidade do Sistema sobre a bacia hidrográfica do córrego das Melancias se deram de forma eficiente, pois, meio de visita *in loco*, foi possível avaliar a manifestação dos indicadores de fragilidade. A bacia hidrográfica do córrego das Melancias apresenta um grau de fragilidade Muito forte.

Sobre esta bacia é necessário se atentar às questões abordadas pela metodologia, podendo ser utilizadas para a descoberta de falhas no sistema de micro e macrodrenagem e ainda para correção e prevenção de alagamentos nas vias públicas, de inundações do córrego e reduzir os riscos a população ribeirinha.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETTO, J. M. de. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- BARROS, M. T. L. de. Drenagem urbana: bases conceituais e planejamento. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.
- BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- BRASIL, **Lei Federal n. 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acessado em: 04 ago. 2014.
- CARVALHO, K. O. de. **Drenagem pluvial urbana convencional x sustentável: estudo de caso nos bairros Baraúnas e Centenário – Feira de Santana – Bahia**. 2010. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.
- CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- FARIAS, A. G. A. de. **Caracterização do sistema de drenagem na área de influência a microbacia do arroio Monjolo, Foz do Iguaçu/ PR**. 2008. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Ambiental). Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2008.
- FONSECA, D. de S. R. Aspectos socioambientais da avenida sanitária – córrego das Melancias. In: Jornada Internacional de Políticas Públicas, III, 2007, São Luís. **Anais...** São Luís: UFMA, 2007.
- FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA – CEPAM. **Microdrenagem urbana**. 2. ed. São Paulo, 2006.
- MONTIBELLER-FILHO, G. Indicadores e equidade social: propriedades dos indicadores se sustentabilidade e ausência do princípio de justiça social em estudos sobre a mudança climática e CO₂. **Intertheis: Revista Internacional Interdisciplinar**. Doutorado interdisciplinar em ciências humanas- UFSC, Florianópolis-SC, v.7.01, p01-23, jan/jun, 2010.
- PORTO, R. *et al.*, Drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009.
- SÁ JÚNIOR, A de. **Aplicação da classificação climática de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- SANTOS JÚNIOR, V. J. dos. **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.
- STEINER, L. **Avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana com aplicação do índice de fragilidade. Estudo de caso: microbacia do Rio Criciúma, SC**. 2011. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2011.
- SILVA, B. J. da. *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/35Assem126.pdf>. Acesso em: 10 maio 2014.
- SILVA, S. P. da.; BARBASSA, A. P.; TEIXEIRA, B. A. N. Princípios de sustentabilidade aplicados ao manejo

de águas pluviais. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XX, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ABRH, 2013.

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