

IX-106 - AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO QUARTA-FEIRA EM CUIABÁ - MT

Gabriel Figueiredo de Moraes⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestrando em Engenharia de Edificações e Ambiental na FAET/UFMT.

Thaiza Moreira Pacheco de Mello⁽²⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestranda em Recursos Hídricos na FAET/UFMT.

Nathan Campos Teixeira⁽³⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Aluno especial do Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental da UFSC.

Thamires Silva Martins⁽⁴⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestranda em Engenharia de Edificações e Ambiental na FAET/UFMT.

Endereço⁽¹⁾: Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900 - Brasil - Tel: +55 (65) 3615-8000 - e-mail: gabriel.moraes4@gmail.com

RESUMO

O uso de indicadores representa uma forma de avaliar a quantidade e qualidade da prestação dos serviços de saneamento, colaborando para o planejamento e execução de ações e monitoramento. Este artigo tem como objetivo avaliar a fragilidade do sistema de drenagem pluvial urbana na bacia hidrográfica do córrego Quarta-Feira – Cuiabá/MT, e apresentar os principais pontos negativos e positivos da microbacia em estudo. A metodologia consistiu em: (1) revisão de literatura; (2) adaptação do Índice de Fragilidade do Sistema (IFS) para o município de Cuiabá; (3) aplicação e avaliação do IFS na microbacia do córrego Quarta-Feira. Os resultados indicaram de maneira geral que a fragilidade dos indicadores está relacionada principalmente com a má funcionalidade dos dispositivos hidráulicos, existência de terrenos baldios, disposição de resíduos nas estruturas de drenagem, ausência pavimentação asfáltica, falta de periodicidade e inexistência de programas de manutenção e conservação do sistema de drenagem urbana. A aplicação dos indicadores de fragilidade pode ser considerada uma boa ferramenta para auxiliar a gestão pública a fiscalizar a evolução dos problemas do sistema de drenagem urbana. Recomenda-se a continuidade do estudo para as demais bacias, e sugere-se a quantificação da manifestação de cada indicador, por processos estatísticos ou de medição.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de Fragilidade, Drenagem Pluvial Urbana, Planejamento urbano.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população urbana tem sido acelerado nas últimas décadas no Brasil. Vasconcelos (2009) indica que, motivada pela expansão econômica, Cuiabá/MT foi uma das metrópoles que mais cresceram no país, no período entre 1970 e 2000 a área urbana passou de 1,2 mil hectares para 25,1 mil hectares e o número de bairros aumentou de 18 para 115.

Essa tendência da urbanização das cidades brasileiras tem provocado impactos significativos na população e no meio ambiente, através das inundações, doenças e perda de qualidade de vida. TUCCI (2005) diz que este processo ocorre devido à falta de controle do espaço urbano que produz efeito direto sobre a infraestrutura de água: abastecimento, esgotamento sanitário, águas pluviais (drenagem urbana e inundações ribeirinhas) e resíduos sólidos.

O Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (2012) ressalta que o sistema de drenagem urbana faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana. Então é conveniente

que seja feito um planejamento de forma integrada, considerando os outros melhoramentos urbanos e os planos de bacia.

Como o ambiente urbano está em constante alteração, é fundamental a busca por ferramentas que demonstrem o seu comportamento, garantindo o controle das intervenções sobre o meio.

Nesse contexto, o uso de indicadores constitui-se como instrumento de grande relevância na obtenção de diagnósticos e para a realização de monitoramentos ambientais, e representa uma forma de avaliar as a quantidade e qualidade da prestação dos serviços de saneamento, colaborando para o planejamento e execução de ações.

OBJETIVO

O presente trabalho visa avaliar a fragilidade da drenagem pluvial urbana na bacia hidrográfica do córrego Quarta-Feira – Cuiabá/MT, por meio da adaptação e aplicação da metodologia do Indicador de Fragilidade do Sistema (IFS) para o município de Cuiabá/MT, e apresentar os principais pontos negativos e positivos da microbacia em estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A sub bacia de drenagem do córrego Quarta-Feira, com aproximadamente 5,8 km² de área, localiza-se na região noroeste do perímetro urbano de Cuiabá (Figuras 1 e 2), no estado de Mato Grosso. O córrego faz parte da bacia do Ribeirão do Lipa, um afluente do rio Cuiabá. Tem comprimento aproximado de 4,3 km, ficando sua nascente localizada na cota 223m e o deságue em 171m, com declividade média inferior 2%.

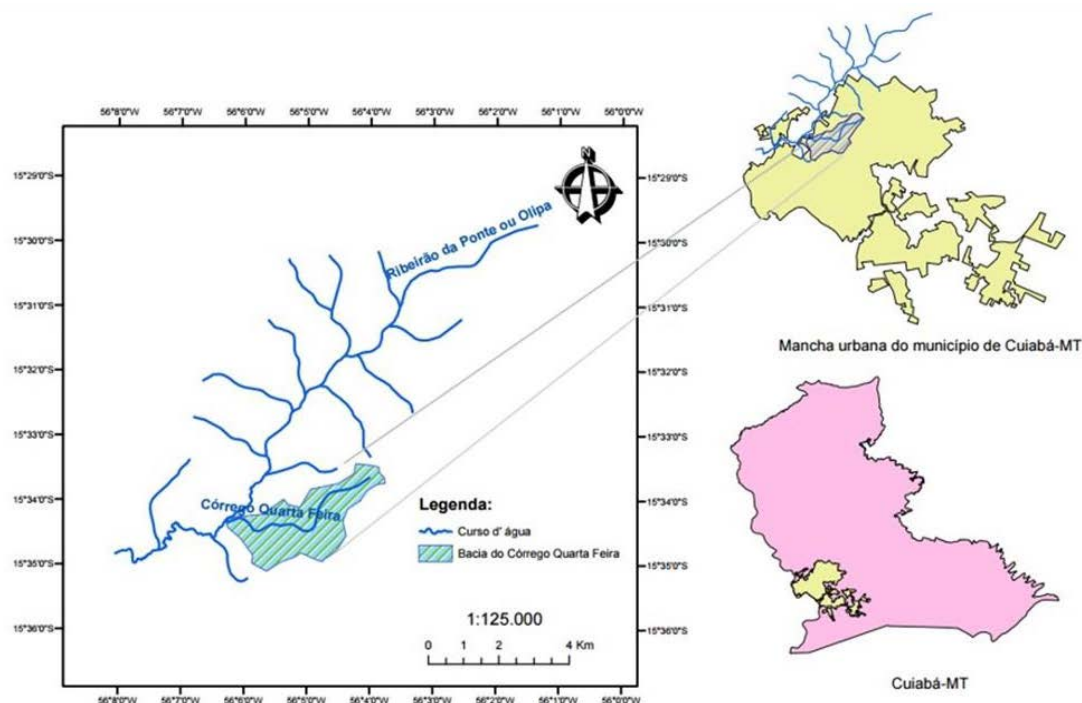


Figura 1: Localização da microbacia do Córrego Quarta-Feira.

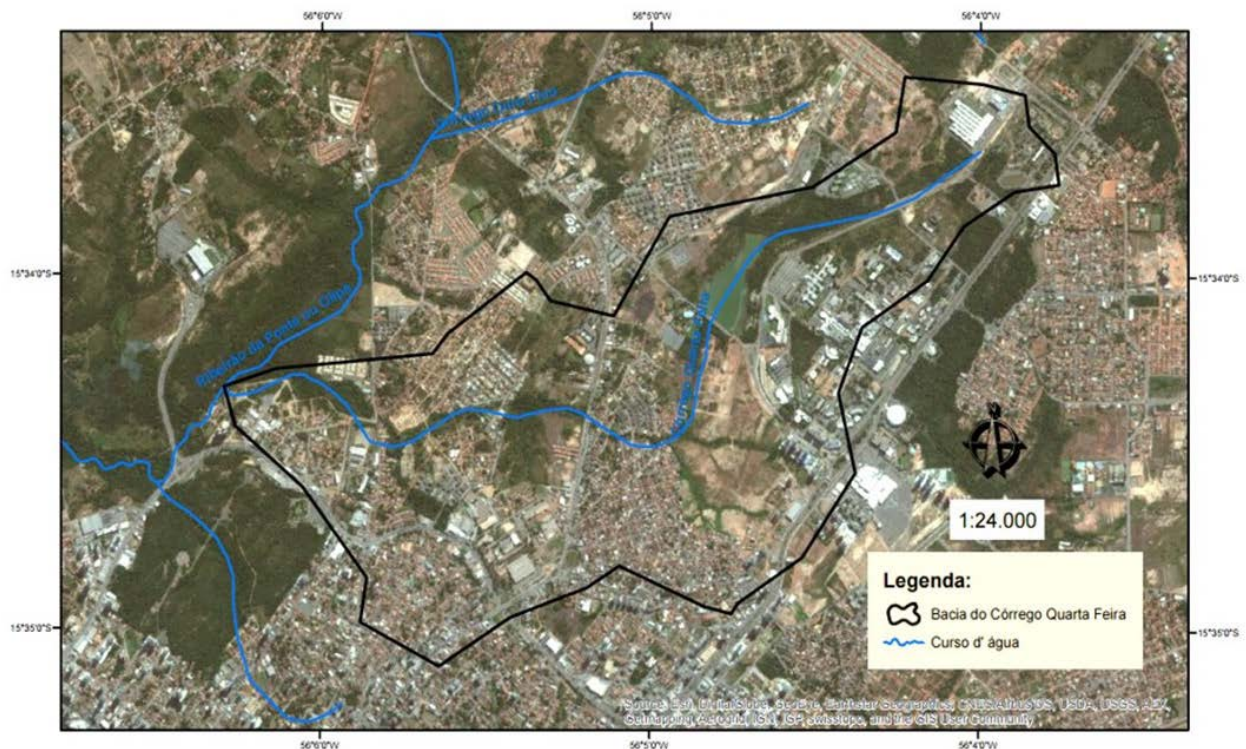


Figura 2: Delimitação da microbacia do Córrego Quarta-Feira.

Para a determinação do índice de fragilidade da drenagem pluvial desta bacia, utilizou-se como base o estudo realizado por Silva et al. (2004), que aplicaram os Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS) para o diagnóstico da drenagem urbana. Assim como Steiner (2011) e Santos Júnior (2013), fez-se a adaptação dessa metodologia, buscando adequá-la para a realidade de Cuiabá – MT. Os indicadores podem ser de natureza institucional, tecnológica e ambiental (Tabela 1), que representam o potencial de contribuição pública na região analisada, a capacidade de suporte da infraestrutura implantada no local e as condições ambientais e ocupacionais da área, respectivamente.

Para a definição dos Pontos de Estudo (PEs) dividiu-se a microbacia em setores censitários, pequenas áreas delimitadas pelo IBGE destinadas à coleta e disponibilização de dados censitários. De acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011), 51 setores estão inseridos na área de estudo, porém, apenas 31 em integralidade. Considerando a diversidade desses, achou-se necessária a ponderação dos dados de população e renda de cada setor para a escolha dos PEs. As variáveis utilizadas neste processo foram: V003 (Total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares permanentes) e V002 (Domicílios particulares permanentes), relacionadas neste estudo como relativo à renda familiar mensal. Por fim, foram escolhidos 10 setores censitários definidos como PEs, que representam 32% do total de setores e aproximadamente 40% da área da bacia. Em todos os PEs foram analisadas a manifestação dos IFS.

O levantamento dos dados foi realizado com base em visitas de campo, nos setores censitários e na Secretaria de Obras de Cuiabá. A avaliação dos indicadores se deu de forma subjetiva em relação ao observado em campo e dos depoimentos de alguns moradores, sem a utilização de processos estatísticos ou de medição. O método propõe a definição de valores mínimos para a manifestação do indicador que representa a situação de impacto negativo ao meio avaliado, e valores máximos que representa a situação ótima ou ideal.

A partir destes valores, os indicadores foram avaliados e ponderados conforme a distribuição de pesos da Tabela 1. A soma dos valores dos IFS de mesma natureza resulta no Índice de Fragilidade da natureza. O resultado da soma dos Índices de Fragilidade da natureza Institucional, Ambiental e Tecnológica resulta no Índice Geral de Fragilidade (IGF). Quanto menor o valor atribuído do IGF mais grave será o problema do Ponto de Estudo (PE) no que diz respeito à drenagem pluvial urbana.

Tabela 1: Parâmetros e Técnicas Analíticas Utilizadas.

Natureza	Indicadores e abordagem	Avaliação	Peso
Tecnológico	Eficiência do escoamento nas vias:	Inclinação transversal da via	0,42
		Funcionalidade da sarjeta	0,42
	Eficiência dos dispositivos de coleta:	Localização	0,42
		Estado de conservação	0,42
	Eficiência no trânsito de veículos e pedestres:	Acessibilidade de veículos e pedestres, após chuva.	0,83
Vida útil dos pavimentos e acessos:	Patologias (defeitos) na via.	0,83	
Índice de Fragilidade - Tecnológico			3,3
Ambiental	Uso do solo:	Ocupação marginal dos corpos hídricos	0,28
		Impermeabilização da bacia	0,28
		Erodibilidade dos terrenos	0,28
	Ocorrência de inundações:	Inundações no corpo hídrico	0,83
	Deposição de resíduos gerais:	Descarte de resíduos em locais públicos.	0,83
	Condição do corpo receptor:	Áreas de Preservação Permanentes - APPs	0,28
		Acúmulo de resíduos	0,28
		Lançamento de efluentes	0,28
Conservação dos bueiros		0,28	
Índice de Fragilidade - Ambiental			3,3
Institucional	Manutenção e conservação:	Existência de programas	0,42
		Periodicidade	0,42
	Diretrizes para a execução do sistema de drenagem urbana:	Padronização de projetos e os dispositivos	0,83
	Cadastro:	Cadastro das estruturas existentes.	0,83
	Legislação:	Existência do Plano Diretor Municipal, Plano Diretor de Drenagem Urbana, Lei do Zoneamento, Uso do solo, Código de obras e políticas de incentivo para redução do escoamento superficial.	0,28
		Aplicação	0,28
	Fiscalização	0,28	
Índice de Fragilidade - Institucional			3,3
Total			10,0

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados e analisados os resultados do índice de fragilidade dos setores censitários estudados da bacia do Córrego Quarta-feira, obtidos por meio de visitas de campo, depoimentos de alguns moradores e técnicos da secretaria municipal. A Tabela 2 apresenta os valores atribuídos aos IFS e o Índice Geral de Fragilidade da bacia.

Todos os setores censitários apresentaram a mesma nota para os indicadores de natureza institucional, uma vez que os itens avaliados se referem de maneira geral a bacia do Córrego Quarta-Feira, e não a cada um dos setores especificamente. Observa-se a tentativa da Secretaria Municipal de Obras Públicas, responsável pelo sistema de drenagem urbana, em adequar a rede, sendo criteriosos na aprovação dos projetos, padronização e cadastro dos dispositivos de drenagem. Quanto ao cadastramento das estruturas, esta ainda é uma prática recente, se limitando apenas às novas estruturas.

Tabela 2: Índice de Fragilidade do sistema de drenagem nos Pontos de Estudo.

Natureza	Indicadores e abordagem	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10
Institucional	Manutenção e conservação	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Diretrizes para a execução do sistema de drenagem urbana	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Cadastro	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	Legislação	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Índice de Fragilidade - Institucional		2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Tecnológico	Eficiência do escoamento nas vias	0,2	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5	0,8	0,7	0,8	0,8
	Eficiência dos dispositivos de coleta	0,3	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8
	Eficiência no trânsito de veículos e pedestres	0,3	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	0,8
	Vida útil dos pavimentos e acessos	0,2	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7	0,8	0,8
Índice de Fragilidade - Tecnológico		0,9	2,3	2,2	2,5	2,5	2,0	3,1	2,4	2,9	3,3
Ambiental	Uso do solo	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,2	0,6	0,4	0,6	0,4
	Ocorrência de inundações	0,5	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7
	Deposição de resíduos gerais	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7	0,7	0,7
	Condição do corpo receptor	0,6	0,7	0,4	0,4	0,8	0,4	0,9	0,5	0,8	0,7
Índice de Fragilidade - Ambiental		1,9	2,6	1,9	1,9	2,8	1,8	3,1	2,4	2,9	2,4
Índice Geral de Fragilidade por Natureza		5,1	7,1	6,4	6,7	7,6	6,1	8,5	7,1	8,1	8,0
Índice Geral de Fragilidade da Bacia		7,1									

Todos os setores censitários apresentaram a mesma nota para os indicadores de natureza institucional, uma vez que os itens avaliados se referem de maneira geral a bacia do Córrego Quarta-Feira, e não a cada um dos setores especificamente. Observa-se a tentativa da Secretaria Municipal de Obras Públicas, responsável pelo sistema de drenagem urbana, em adequar a rede, sendo criteriosos na aprovação dos projetos, padronização e cadastro dos dispositivos de drenagem. Quanto ao cadastramento das estruturas, esta ainda é uma prática recente, se limitando apenas às novas estruturas.

Para execução do sistema de drenagem urbana, a Secretaria de Obras Públicas afirma que é adotada a padronização do Álbum de Projetos-Tipo do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Constatou-se que não existem programas de manutenção e conservação do sistema de drenagem urbana, e não há periodicidade para prática destas, que são realizadas em decorrência de denúncias e/ou reclamações da população. A fiscalização ocorre nas etapas de aprovação de projetos e durante implantação das obras, feita por técnicos do órgão ambiental e por fiscais do agente financiador.

Não existe um Plano Diretor de Drenagem Urbana no município, mesmo sendo citado como uma das diretrizes do Plano Diretor Municipal de Cuiabá. Este instrumento é de extrema importância, pois cria mecanismos de gestão da infraestrutura urbana, visando evitar perdas econômicas, melhorar as condições de saneamento e qualidade do meio ambiente.

O pior Índice de Fragilidade foi registrado no Setor 1, situado no bairro Despraiado, classificado como Classe E (até dois salários mínimos) e é setor com menor investimento em infraestrutura. O índice de fragilidade mais agravante foi o de natureza tecnológica, isto porque, no setor não há pavimentação asfáltica, portanto, os indicadores desta natureza apresentaram valores mínimos na avaliação (Figura 2). Além disso, as poucas bocas-de-lobo existentes apesar de não estarem danificadas, estão obstruídas. Quanto à natureza ambiental o setor apresenta potencial elevado de produção de sedimentos devido falta de pavimentação já mencionada e à relativa declividade encontrada na área. Por esse motivo além da ocupação do entorno do córrego, o mesmo apresenta acúmulo de grande quantidade de resíduos e sedimentos.



Figura 2: Vias sem pavimentação e drenagem pluvial.

O setor 8, localizado no bairro Quilombo, Classe de Renda C, apresenta bocas-de-lobo bem localizadas, no entanto, algumas danificadas. As sarjetas possuem boas condições de conservação e não foram observados resíduos ao longo das vias, e poucas patologias no pavimento. Além disso, foram observados alguns pontos de alagamento, devido à ausência de boca-de-lobo no local adequado.

Os setores 7, 9 e 10 apresentam os melhores índices. O setor 7, apresenta o melhor índice geral de fragilidade, entre os avaliados, igual a 8,5. Localiza-se no bairro Santa Marta, e compreende o deságue do Córrego Quarta-Feira no Córrego Ribeirão do Lipa. O setor apresenta boas condições de conservação das bocas-de-lobo, assim como das vias, sem registro de resíduos descartados nestes (Figura 3). Observou-se que as BLs estão localizadas nos pontos corretos, facilitando a coleta de água pluvial, e diminuição as chances de alagamentos. Além disso, nota-se os pontos negativos, como a grande porcentagem de impermeabilização da área do setor, e o lançamento de efluentes no córrego.



Figura 3: Boas condições do pavimento e boca de lobo.

O Setor 9, no Centro Político e Administrativo, de classe de renda B, assim como o setor 7, referentes aos indicadores tecnológicos, possui dispositivos de coleta bem localizados e em bom estado de conservação, e eficiência no escoamento nas sarjetas. Quanto aos indicadores ambientais, não há registro de alagamentos, e também, não ocorre ocupação marginal do córrego. Destaca-se a grande porcentagem de área impermeável, o descarte de resíduos nas vias, o lançamento de efluentes no córrego, e um bueiro em baixas condições de conservação e funcionamento.

Por fim, o setor 10, bairro Alvorada, de classe de renda D, é classificado como de baixa fragilidade. Quanto aos aspectos tecnológicos, o setor apresenta boas condições de pavimentação, sem resíduos, com bocas-de-lobo em bom estado de conservação e localização. Não há registros de alagamentos. Quanto o aspecto ambiental, observam-se pontos negativos, como áreas de solo exposto, que colaboram para o assoreamento do córrego. Notou-se, também, o lançamento de efluentes diretamente no corpo receptor sem tratamento prévio.

CONCLUSÕES

Os resultados alcançados com a aplicação dos indicadores de fragilidade serviram para reunir e organizar as informações relacionadas a drenagem urbana da bacia do Córrego Quarta-Feira. Pode-se identificar falhas relacionadas à micro e macrodrenagem, como ocupação irregular às margens dos córregos, falta de manutenção nos dispositivos de drenagem, assoreamento, rachaduras, resíduos sólidos obstruindo as bocas-de-lobo. Também foi notada grande degradação às margens do córrego, fator decorrente da ocupação irregular e falta de fiscalização dos órgãos competentes.

Torna-se evidente que aliar a parte técnica com o desenvolvimento de legislações pertinentes, como o Plano Diretor de Drenagem Urbana Municipal, trará benefícios e poderá ser a chave para o funcionamento eficaz do sistema, pois o conhecimento técnico deve ser aplicado não só na elaboração dos documentos, mas sim na fiscalização, execução de obras e monitoramento contínuo do sistema de drenagem. Também é importante a instrução e conscientização da população, que, dessa forma, poderá colaborar para melhor conservação das estruturas, fazendo uma parceria entre o poder público e os cidadãos.

Por se fundamentar em atentar para questões que visam a valoração dos problemas existentes, o uso de indicadores pode ser considerado como sendo uma boa ferramenta para auxiliar a gestão pública a fiscalizar a evolução dos problemas do sistema de drenagem urbana, podendo elaborar um plano de ação com medidas mitigadoras mais precisas para cada área estudada, contribuindo para nortear as políticas locais, para alocação dos recursos e investimento em determinados setores do zoneamento urbano.

Diante disso, recomenda-se a continuidade do estudo nas demais bacias. Quanto à metodologia proposta, sugere-se a quantificação da manifestação de cada indicador, por exemplo, do percentual de impermeabilização da bacia, de cobertura vegetal, ocupação marginal do corpo hídrico, dispositivos de coleta, entre outros. Com base na quantificação, por processos estatísticos ou de medição, seriam estabelecidos pesos diferenciados e proporcionais à manifestação e desta forma, os resultados dos IFS teriam um caráter mais impessoal e objetivo, independente a visão do avaliador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro. 2011.
2. SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo, 2012.
3. SANTOS JÚNIOR, V. J. dos. Avaliação da drenagem pluvial da bacia hidrográfica do córrego Cintra em Montes Claros/MG. Montes Claros, 2013.
4. SILVA, B.J; PEREIRA, O.S; ASSIS, W.A.V; MORAES, L.R.S. O componente drenagem urbana no plano municipal de saneamento de Alagoinhas, Bahia. 2004.
5. STEINER, L. Avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana com aplicação do índice de fragilidade. Estudo de caso: microbacia do Rio Criciúma, SC. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2011.
6. TUCCI, Carlos E.M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.
7. VASCONCELOS, Laura C.S. O Processo de Expansão Urbana de Cuiabá – Mato Grosso, Brasil. Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso. 2009.