



## Frailty of urban stormwater drainage system in Mestre Chico Igarape affluent in Manaus

Everton Douglas Castro de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitario do Norte – Av. Leonardo Malcher, 715, 69020-010. Manaus-AM.

Email: [everton.guitarra@hotmail.com](mailto:everton.guitarra@hotmail.com)

**Received:** January 04<sup>th</sup>, 2019

**Accepted:** January 19<sup>th</sup>, 2019

**Published:** March 31<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



### ABSTRACT

Manaus is the bigger town located in the Amazon Rain Forest. Moreover, it is a city is bathed by two huge rivers, Rio Negro and Rio Amazonas. It is a city composed by a group of drainage basins in its urban perimeter. It has also a high rainfall index, since it has Tropical Rainforest Climate. Therefore, it is mandatory an efficient urban stormwater drainage system in order to avoid flood occurrence, and this way environmental risks to peoples living in the vicinity of igarapes. In this context, the aim of this work was to measure System Fragility Index of stormwater drainage system in an Mestre Chico Igarape affluent. The methodology applied in this work was based in environmental, technological and institutional indexes. The results obtained allow to conclude that Stormwater Drainage System Fragility Index in the Studied Point is high and, therefore, it is necessary to build micro drainage and macro drainage infrastructure in that locality.

**Keywords:** Mestre Chico Igarape, Fragility, Urban Stormwater Drainage System.

## Frailty of urban stormwater drainage system in Mestre Chico Igarape affluent in Manaus

### RESUMO

Manaus é o maior centro urbano localizado na Floresta Amazônica. Além disto, é uma cidade banhada por dois grandes rios, o Rio Negro e o Rio Amazonas, que conta com um complexo conjunto de bacias hidrográficas em seu perímetro urbano. Conta ainda, com um alto índice pluviométrico, uma vez que tem clima equatorial. Desta forma, percebe-se a necessidade de um sistema de drenagem pluvial urbano eficiente para evitar inundações e com isso, riscos ambientais e à vida de populações que vivem às margens de igarapés. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento do Índice de Fragilidade do sistema de drenagem urbana em um afluente do Igarapé do Mestre Chico. A metodologia empregada foi baseada em indicadores ambientais, tecnológicos e institucionais. Os resultados obtidos levaram a concluir que o Índice de Fragilidade do sistema de drenagem pluvial no Ponto de Estudo é alto e que obras de infraestrutura de micro drenagem e macrodrenagem são necessárias na localidade.

**Palavras-Chave:** Igarapé do Mestre Chico, Fragilidade, Sistema de Drenagem Pluvial Urbana.

### I. INTRODUÇÃO

Manaus é o maior centro urbano instalado na Bacia Hidrográfica Amazônica, a maior do mundo, situada em meio à floresta tropical homônima, margeada pelo Rio Negro e pelo Rio Amazonas. É caracterizada, além disso, por ser constituída de uma vasta rede de igarapés que compõem bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas [1].

Dado este cenário e em função do alto índice pluviométrico registrado na região, de clima equatorial quente e úmido, a drenagem pluvial urbana representa um cenário desafiador [2].

Drenagem refere-se a todas as medidas de infraestrutura adotadas para reduzir o risco de alagamento ou inundação em determinada área. Objetiva, portanto, ao desenvolvimento urbano de forma harmônica e sustentável [3].

Esses sistemas são constituídos de componentes de macrodrenagem e micro drenagem. A macrodrenagem refere-se a dutos para escoamento de caudais de águas formados pela pluviosidade, que geralmente são construídos em galerias no subterrâneo de vias. Por outro lado, micro drenagem, referem-se a elementos para o escoamento superficial de águas [4].

São elementos de micro drenagem: guias; sarjetas; sarjetões; bocas de lobo; caixas de grelhas ou ralos; bocas de captação; canaletas de topo e pé de talude; galerias de condução de águas pluviais; poços de visitas; rampas e escadarias hidráulicas; dispositivos de chegada de águas pluviais nos córregos; e revestimentos de taludes [5].

Estudos anteriores apontam para o desenvolvimento de uma metodologia apoiada em indicadores e variáveis para avaliar um sistema de drenagem. Esta é orientada pelos Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS). Neste caso, o sistema de drenagem é estudado em cada um dos seus elementos, levando em conta um conjunto de fatores, que são afetados pelo desempenho do sistema, e são funções de variáveis: ambientais; climatológicas; tecnológicas; e institucionais [5].

## II. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um afluente do Igarapé do Mestre Chico, localizado nas coordenadas  $-3^{\circ}07'49,8''$  S;  $60^{\circ}00'31,1''$  W. Trata-se de um córrego localizado às margens da Avenida Castelo Branco, Bairro Cachoeirinha, em Manaus - AM.

É um dos 33 igarapés afluentes na bacia hidrográfica Educandos, localizada integralmente no espaço urbano do município. A calha da bacia é o Igarapé do Quarenta. Localiza-se em uma região de grande densidade populacional desde a nascente até a sua foz e apresenta altos níveis de contaminação por resíduos sólidos e rejeitos sanitários.

A Figura 1 apresenta a localização da bacia hidrográfica do Educandos, enquanto a Figura 2 apresenta a localização específica do Ponto de Estudo.

A região apresenta clima Am, na classificação de Köppen-Geiger, característica por ser clima tropical quente e úmido, com estação seca no inverno. A precipitação média anual é de 2 300 mm, sendo março o mês mais chuvoso (335 mm) e agosto o mês mais seco (47 mm) [1].

A metodologia desenvolvida acompanhou trabalhos anteriores que utilizaram o Índice de Fragilidade do Sistema / Índice Geral de Fragilidade (IFS/IGF) [4,5]. Também foi desenvolvida uma metodologia adaptada que também leva em consideração este mesmo índice, que será acompanhada neste trabalho [3].

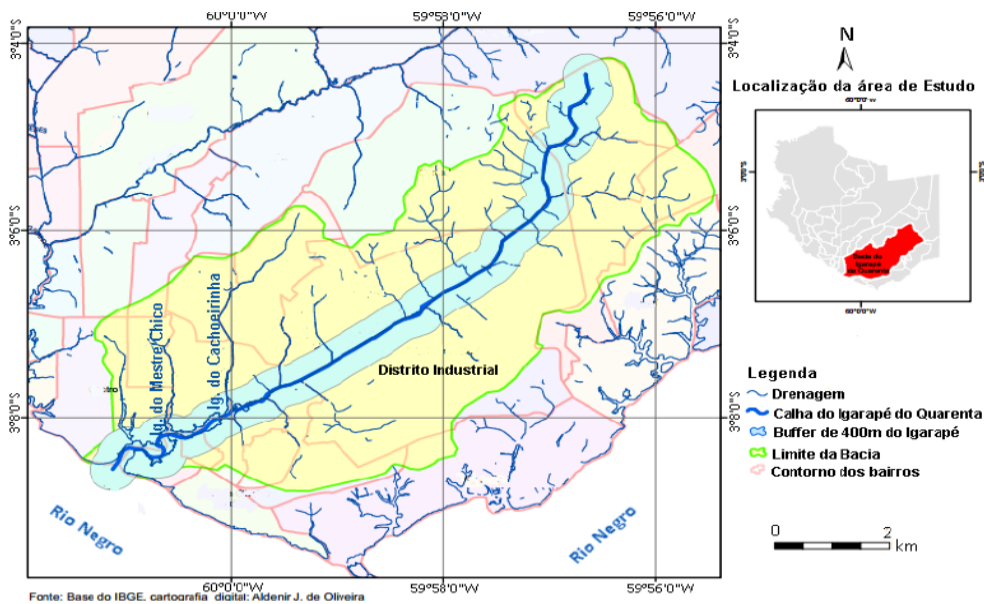


Figura 1: Mapa dos limites da bacia hidrográfica do Educandos.

Fonte: [6].

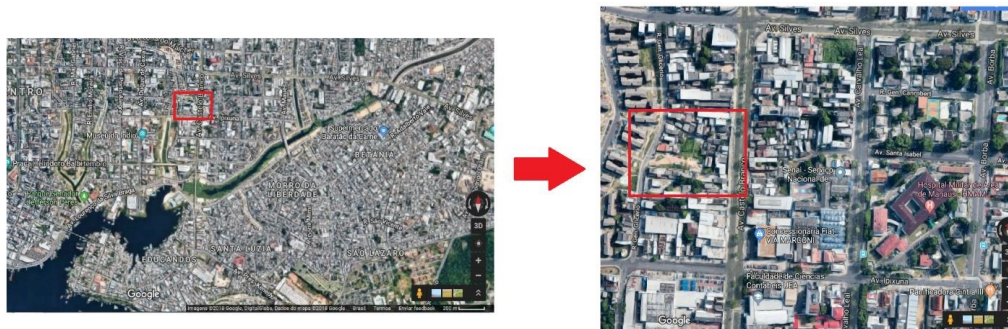


Figura 2: Localização do Ponto de Estudo: à esquerda escala 1:500000; à direita 1:500.

Fonte: Autor, (2018).

A metodologia consiste em agrupar fatores intervenientes no sistema de drenagem, de acordo com a natureza: climatológica; ambiental; tecnológica, e institucional.

O principal **fator climatológico** é: o regime de chuvas intensas em intensidade, duração e frequência de chuvas. Quanto aos **fatores ambientais** são: arranjo do traçado (se respeita a topografia); uso do solo (nível de impermeabilização, erodibilidade do terreno e ocupação marginal); padrões de conforto das vias (quanto ao fluxo de veículos e pedestres, quanto à média de movimento e acesso local); e interação com demais equipamentos de saneamento urbano (quanto ao lançamento de efluentes domésticos na rede, lançamento de outros efluentes na rede, deposição de lixo nas galerias e canais e dispersão de sedimentos nas vias).

Quanto aos **fatores tecnológicos** são: das estruturas de macrodrenagem e das estruturas de micro drenagem (dispersão de dispositivos hidráulicos, padrão construtivo, adequação do conjunto e manutenção e conservação dos dispositivos).

Por fim, quanto aos **fatores institucionais**, referem-se a: aspectos gerenciais (interatividade dos componentes, aporte financeiro ao orçamento, recursos humanos e planejamento das ações e estudos existentes); e aspectos legais (existência de normas e outros instrumentos, e aplicação dos dispositivos) [5].

Os fatores de fragilidade são manifestados em valores (pesos) que podem assumir valores:

- ✓ 0 quando não há fragilidade;
- ✓ 1 quando existe, mas não é agravante (100%);
- ✓ 2 quando existe, mas é pouco agravante (75%);
- ✓ 3 quando é de gravidade média (50%);
- ✓ 4 quando é de gravidade moderada (25%);

- ✓ 5 quando é muito grave (0%).

O somatório dos indicadores leva a uma conclusão quanto a **fragilidade** e associados a um **intervalo de fragilidade** (IGF): muito baixa (0 a 26); baixa (26 a 52); média (52 a 78); forte (78 a 104); e muito forte (104 a 130).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feita avaliação *in loco* no Ponto de Estudo identificado do afluente do Igarapé do Mestre Chico, localizado próximo à sua foz, que foi canalizada em subterrâneo por intervenção do Projeto Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM).

Apesar desta intervenção em infraestrutura próximo à localidade, é perceptível a falta de elementos de micro drenagem e macrodrenagem nas vias deste trecho da bacia hidrográfica.

A determinação do Índice Geral de Fragilidade (Tabela 1), apontou no levantamento que os índices de fragilidade do sistema no afluente do Igarapé do Mestre Chico levam a um alto grau de fragilidade do sistema de drenagem pluvial. Como é perceptível na comparação entre os índices de fragilidade por natureza (Figura 3), o aspecto ambiental foi o de maior peso para este resultado.

O IGF aponta para a necessidade de realização de obras de infraestrutura quanto à micro drenagem e macrodrenagem neste afluente, a fim de reduzir riscos de alagamentos e inundações no Ponto de Estudo.

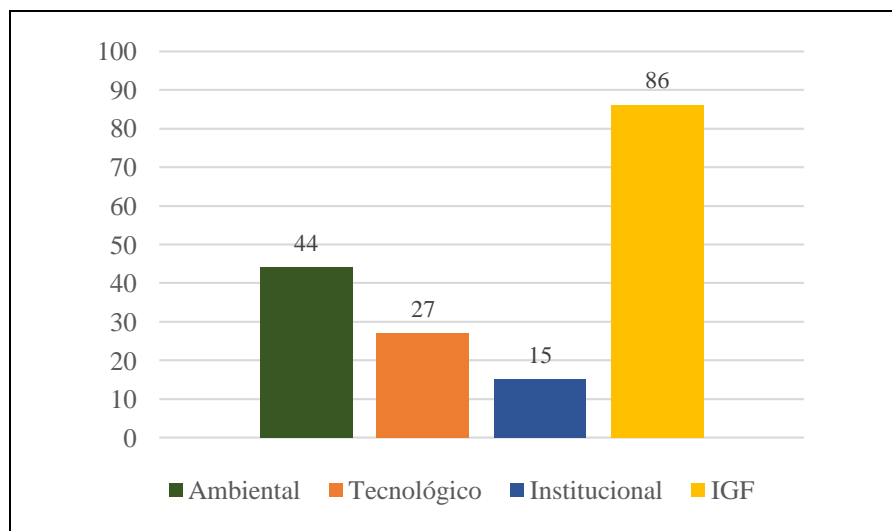


Figura 3: Pesos dos Indicadores de Fragilidade do sistema de drenagem pluvial urbana no Ponto de Estudo.

Fonte: Autor, (2018).

### IV. CONCLUSÃO

A ferramenta de indicadores de fragilidade mostrou-se extremamente útil para avaliação de sistemas de drenagem pluvial urbana. Sobretudo, foi possível ainda observar como esta pode ser uma ferramenta útil para o planejamento de ações urbanísticas, o que pode vir a ser feito na região estudada.

Foi possível estabelecer que o entorno da sub-bacia do Igarapé do Mestre Chico, apesar de ter sofrido intervenções nos

últimos anos, como o PROSAMIM, ainda carece de obras de infraestrutura quanto à drenagem.

Dadas as falhas apontadas no sistema, devem ser adotadas medidas para estabelecimento de um mínimo conjunto de dispositivos de micro drenagem para evitar o alagamento de vias públicas, inundações e, com isto, reduzir riscos para a população que vive na comunidade, conforme são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Índices de Fragilidade do Sistema e Índice Geral de Fragilidade.

<b>Natureza do indicador</b>	<b>Indicador</b>	<b>Peso</b>
<b>Ambiental</b>	Ocorrência de alagamentos	1
	Prejuízos materiais	2
	Risco de vidas humanas	1
	Interferência negativa na rede natural de drenagem	3
	Erosão nos terrenos da bacia	2
	Arraste de material das vias sem pavimento	1
	Deposição de sedimentos em vias públicas	1
	Interação inadequada com esgotos	5
	Interação inadequada com lixo	5
	Elevação das vazões de cheias	3
	Limitação das áreas de inundação	3
	Interferência no trânsito de veículos	0
	Interferência na circulação de pedestres	3
	Contaminação do corpo receptor	5
	Contato da população com águas poluídas	4
Assoreamento do corpo receptor	5	
<b>Índice de fragilidade - Ambiental</b>		<b>44</b>
<b>Tecnológico</b>	Escoamento ineficiente nas vias	5
	Dispositivo de coleta ineficiente	5
	Transporte hidráulico ineficiente	3
	Encarecimento das soluções	5
	Redução da vida útil dos equipamentos de drenagem	1
	Redução da vida útil do pavimento	4
	Abatimento de terreno por carreamento de solo para galerias	4
<b>Índice de fragilidade - Tecnológico</b>		<b>27</b>
<b>Institucional</b>	Elevação de gastos com manutenção e conservação	5
	Encarecimento das soluções técnicas	5
	Perda de credibilidade da Administração Pública	5
<b>Índice de fragilidade - Institucional</b>		<b>15</b>
<b>Índice geral de fragilidade (IGF)</b>		<b>86</b>

## V. REFERÊNCIAS

[1] Aragão, Jefferson da Silva. O acesso ao saneamento urbano: os desafios da universalização no abastecimento de água e esgotamento sanitária. Um estudo de caso em Manaus-AM. 171 f. Dissertação de Mestrado (Ciências do Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2017.

[2] Calvo, Bruno del Rio. Avaliação da influência antrópica na drenagem do igarapé do quarenta e orla de Manaus. 112 f. Dissertação de Mestrado (Química) – Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2018.

[3] Santos Júnior, Valdevino José dos. Avaliação da fragilidade no sistema de drenagem pluvial urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego das Melancias em Montes Claros – MG. Revista Monografias Ambientais – REMOAS. v. 13, n. 5, p. 3986-3997.

[4] 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/35Assemae126.pdf](http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemae126.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2018.

[5] 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.

[7] CPRM. Relatório da Cheia 2013. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial – DHT. Departamento de Hidrologia – DEHID. Unidade Regional – SUREG-MA. 2012.