

## **ASPECTOS RELACIONADOS AO CONTROLE DE INUNDAÇÕES NO IGARAPÉ DO QUARENTA, NA CIDADE DE MANAUS, AM, BRASIL**

MARIA JULIANA DE MELO MONTE<sup>1\*</sup>, DANIELLE DE AQUINO SOUZA<sup>2</sup>, VANNESSA COSTA E COSTA<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> Engenharia Civil, UEA, Manaus-AM. Fone: (92) 981063344. Email: juliana.monte@outlook.com

<sup>2</sup> Estudante Engenharia Civil, UEA, Manaus-AM. Email: ddas.eng@uea.edu.br

<sup>3</sup> Estudante Engenharia Civil, UEA, Manaus-AM. Email: vcc.eng@uea.edu.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Este estudo tem por objetivo analisar os principais impactos causado pela população que viveu as margens do Igarapé do Quarenta durante anos e realizar um estudo de caso do sistema de drenagem implementado no local após a retirada da população. Delimitou-se a área de estudo no bairro Morro da Liberdade, onde foram realizadas visitas técnicas no local afim de visualizar o sistema de drenagem implementado, aplicou-se, também, um questionário aos moradores objetivando identificar o perfil da população local. Constatou-se que o sistema de drenagem implementado após a desocupação das margens do igarapé pela prefeitura não está exercendo sua finalidade, tendo em vista que o estudo identificou a área do Morro da Liberdade próxima ao igarapé como grau R3 (alto risco), sofrendo com os fenômenos de enchentes causadas pelo seu transbordamento. As medidas sugeridas foram: zoneamento, limpeza, perfilhamento e a construção de bacias de contenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle de inundações; Área de risco; Igarapé do Quarenta; Manaus.

### **ASPECTS RELATED TO FLOOD CONTROL IN IGARAPÉ DO QUARENTA, IN THE CITY OF MANAUS, AM, BRAZIL**

**ABSTRACT:** This study aims to analyze the main impacts caused by the population that lived as the banks of the Igarapé do Quarenta during years and to carry out a case study of the drainage system implemented in the place after a population withdrawal. The study area was delimited in the Morro da Liberdade neighborhood, where technical visits were carried out without a site to visualize the drainage system implemented. A questionnaire was also applied to the residents in order to identify the profile of the local population. And it was verified that the drainage system implemented after the evacuation of the igarapé banks by the city hall is not exercising its purpose, considering that the study identifies an area of the Morro da Liberdade near the igarapé as grade R3 (high risk), suffering from the flood phenomena caused by its overflow. The treatment suggested were: zoning, cleaning, tillering and the construction of containment basins.

**KEYWORDS:** Flood control; Risk area; Igarapé do Quarenta; Manaus.

### **INTRODUÇÃO**

As inundações são a submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em áreas que normalmente não devem se encontrar submersas.

Assim, pode-se dizer que as inundações ocorrem quando o fluxo de água em um trecho do rio é superior à capacidade de drenagem de sua calha normal; desta maneira ocorre o transbordamento do corpo hídrico e a água passa a ocupar a área do seu leito maior (Tucci, 1993).

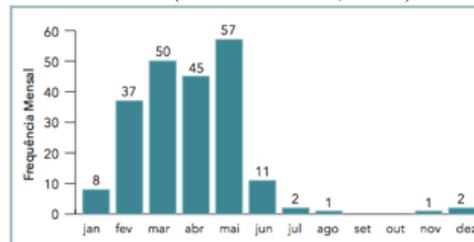
Para Castro (2003), as inundações graduais são caracterizadas pela elevação das águas lentamente e previsível, mantendo-se em situação de cheia durante algum tempo para assim escoarem. São eventos naturais e periódicos nos cursos d'água, sendo características das grandes bacias

hidrográficas e dos rios de planície, como o Amazonas. Ocorre de forma facilmente previsível e a onda de cheia desenvolve-se de montante para jusante, guardando intervalos regulares (CEPED UFSC, 2013).

O estado do Amazonas apresenta precariedade em serviços de saneamento. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2008), a região Norte apresenta aproximadamente 26,5% de abastecimento de águas, 4,5% de esgotamento sanitário e 14% de manejo de águas pluviais. Além disso, tem-se observado um aumento das ocorrências de alagamentos e inundações, devido às coletas de dados realizadas na Defesa Civil do Município de Manaus.

A média mensal da frequência dos desastres causados pela inundação no Amazonas é de 17,83 registros, superada pelos meses de fevereiro, março, abril e maio, meses correspondentes ao período de chuva da região. O mês de maio o mais afetado ao longo do período em análise, com 57 registros (Figura 1) (CEPED UFSC, 2013).

Figura 1. Frequência de desastres no Amazonas (CEPED UFSC, 2013).



O índice pluviométrico médio anual é de 2.300 mm (Gurgel, 2005). A média histórica dos níveis d'água máximos do rio Negro em Manaus (médias das máximas) é 27,83 m, com desvio padrão de 1,14 m (CPRM, 2012, p.6). As cheias que ocorrem na orla de Manaus e seu entorno são devidas, em sua maior parte, às contribuições do Rio Solimões e dos seus afluentes da margem direita e em menor grau, aos tributários da margem esquerda (CPRM, 2012, p.7).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização do Igarapé do Quarenta

O Igarapé do Quarenta é um dos principais tributários da bacia do Educandos. Sua nascente está localizada no bairro Armando Mendes (Figura 2), onde ainda se encontra vegetação típica de mata primária e apresenta cor marrom-escura, com forte odor. Percorre áreas urbanas ocupadas, como o Distrito Industrial da SUFRAMA e os bairros do Coroado, Japiim, Raiz e Cachoeirinha (Figura 2), vindo a ter sua foz no bairro Educandos (Figura 2).

No igarapé do Quarenta, manifestam-se vários níveis de degradação ambiental produzidos; de um lado pelos resíduos químicos oriundos das indústrias e, de outro, pelo adensamento populacional, devido à ausência de uma infraestrutura urbana e de políticas públicas que impeçam o lançamento de lixo e melhore o sistema de drenagem e esgoto no igarapé. Desta forma, os pontos de coleta em todos os estudos aqui mencionados foram determinados de acordo com a maior influência desses despejos e de acordo com a facilidade de acesso ao local.

A unidade de encosta caracteriza-se pela grande vulnerabilidade a erosão. Para fins de planejamento urbano, a ocupação destes terrenos é extremamente difícil, uma vez que, para o traçado das ruas e delimitação dos lotes, é exigida uma grande movimentação de terra para a construção dos cortes e aterros (EPIA, 2012).

O Distrito Industrial ocupa principalmente o lado esquerdo da região superior de sua microbacia e na margem direita e ocupada por moradias cuja densidade vai aumentando a medida que se aproxima da confluência com o igarapé de Educandos.

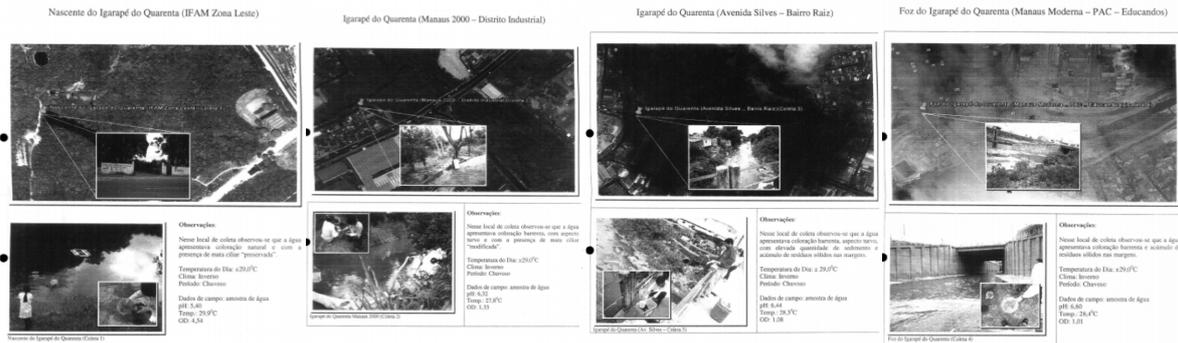
A Tabela 1 apresenta algumas características coletadas durante um estudo realizado pela empresa MICRO-LAB em 2011, afim de fazer estudos para a implantação do PROSAMIM, próximo ao Igarapé do Quarenta.

Tabela 1. Características da água em diferentes pontos do Igarapé do Quarenta.

Local analisado do Igarapé do Quarenta	Características
Nascente – Armando Mendes	Presença de mata ciliar preservada e coloração natural
Distrito Industrial	Mata ciliar modificada e coloração barrenta, turva
Raiz	Elevada quantidade de sedimentos e resíduos sólidos nas margens, coloração barrenta, turva
Foz - Educandos	Acúmulo de resíduos sólidos nas margens e coloração barrenta

Fonte: MICRO-LAB, 2011.

Figura 2. Da esquerda para a direita: Nascentes do Igarapé no Armando Mendes e no Distrito Industrial, Igarapé do Quarenta na Raiz e no Educandos (MICRO-LAB, 2011)



## Controle de Inundações

O conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto busca a preservação do ciclo hidrológico natural, reduzindo o escoamento superficial adicional causado pelas alterações da superfície do solo (decorrentes do desenvolvimento urbano), e da indução à infiltração da água no solo e conservação e reuso da água em edificações urbanas (SRHU, 2017).

Desse modo, é focado o planejamento e formas de uso e ocupação que controlem a da erosão, a permeabilidade do solo, a infiltração, o armazenamento e utilização das águas pluviais nos próprios lotes, com formas de pavimentos permeáveis (SRHU, 2017).

A prevenção de inundações torna-se assim medida prioritária no trato das águas urbanas. As medidas para o controle da inundação se caracterizam assim do tipo estrutural e não-estrutural, no qual as medidas estruturais são aquelas que abrangem obras de engenharia, modificando assim o sistema fluvial, enquanto que as medidas não-estruturais são aquelas que visam a melhor convivência da população com as enchentes como zoneamento, sistemas de alerta e seguros (Cordero et al., 2015; Walesh, 1989; Tucci & Genz, 1995).

As ações não estruturais procuram disciplinar a ocupação territorial, o comportamento de consumo das pessoas e as atividades econômicas, sendo as principais do tipo preventivas: previsão e alerta de inundação, zoneamento das áreas de risco de inundação, seguro e proteção individual contra inundação (Andrade et al.; 2000).

Considerando aquelas mais adotadas, as medidas não estruturais podem ser agrupadas em:

- Ações de regulamentação do uso e ocupação do solo;
- Educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, erosão e lixo;
- Seguro-enchente;
- Sistemas de alerta e previsão de inundações.

As medidas estruturais são:

- Alteração da cobertura vegetal;
- Controle de perda do solo;
- Diques, polders e bacias de contenção;
- Redução da rugosidade por desobstrução;
- Corte de meandro.

## Método

Foi realizado um diagnóstico de risco preliminar com a finalidade de sugerir onde existem indicadores ou evidências de processo ambiental próximos ao Igarapé do Quarenta em diversos bairros que o tangenciam, que potencialmente podem causar danos à população, às edificações ou à infraestrutura por meio das inundações. Inicialmente, identificaram-se os limites físicos dos setores de risco da área pesquisada e os processos de instabilidade atuantes em cada setor.

Foi realizada a setorização de riscos através de caminhamentos nos assentamentos e uma hierarquização dos graus de riscos: Baixo, (R1), Médio (R2), Alto (R3) e Muito Alto (R4) baseado nos critérios de julgamento, conforme indica a Figura 3.

Também foi realizado um questionário socioambiental e socioeconômico com os moradores, como também mostrado na Figura 3:

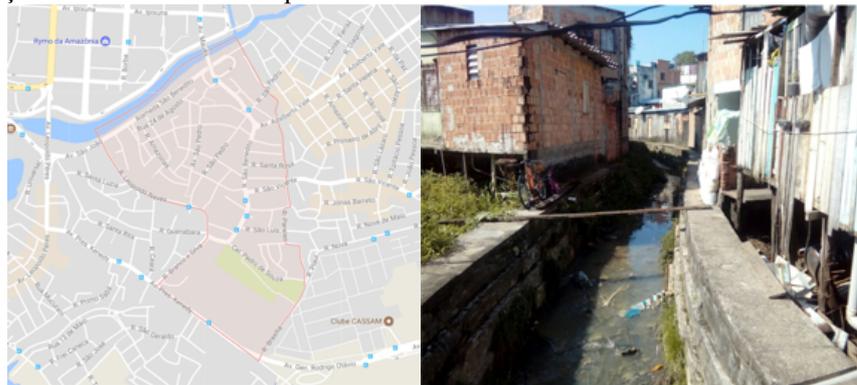
Figura 3. Graus de riscos e questionários socioambiental e socioeconômico.

Gravidade Probabilidade	Descrição	QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL
R1 Baixo	Os condicionantes geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamento e solapamento. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilidade de encostas e de margens de drenagem. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso.	Local: MORADORES DO IGARAPÉ DE MANAUS 1. Nome: _____ 1.1. Sexo: M(1) <input type="checkbox"/> F(2) <input type="checkbox"/> 2. Nível de Instrução: (1) Analfabeto <input type="checkbox"/> (2) Em. Fundamental Incompleto <input type="checkbox"/> (3) Em. Fundamental Completo <input type="checkbox"/> (4) Em. Médio Incompleto <input type="checkbox"/> (5) Em. Médio Completo <input type="checkbox"/> (6) Em. Superior Incompleto <input type="checkbox"/> (7) Em. Superior completo <input type="checkbox"/> 3. Idade: (1) De 15 a 19 anos <input type="checkbox"/> (2) 20 a 29 anos <input type="checkbox"/> (3) 30 a 39 anos <input type="checkbox"/> (4) 40 a 49 anos <input type="checkbox"/> (5) 50 a 59 anos <input type="checkbox"/> (6) - de 60 anos <input type="checkbox"/> 4. Posição no lar: (1) Chefe de família <input type="checkbox"/> (2) Arroz de família (responsável pelo sustento familiar) <input type="checkbox"/> (3) Cumpre renda <input type="checkbox"/> (4) Dependente <input type="checkbox"/> 5. Estado civil: (1) Casado <input type="checkbox"/> (2) Solteiro <input type="checkbox"/> (3) Viúvo <input type="checkbox"/> (4) Desquitado <input type="checkbox"/> (5) Outro: <input type="checkbox"/> Qual? _____ 6. Número de filhos menores de 18 anos residentes na propriedade: (1) Até 2 <input type="checkbox"/> (2) de 3 a 4 <input type="checkbox"/> (3) de 5 a 6 <input type="checkbox"/> (4) Acima de 6 <input type="checkbox"/> (5) Não tem filhos <input type="checkbox"/> 7. Situação escolar dos filhos menores de 18 anos residentes na propriedade: (1) Todos matriculados na escola <input type="checkbox"/> (2) Alguns apenas matriculados na escola <input type="checkbox"/> Matriculados em: _____ (3) Nenhum matriculado na escola <input type="checkbox"/> 8. Doenças infantis mais comuns: (1) Varicela <input type="checkbox"/> (2) Sarampo <input type="checkbox"/> (3) Difteria <input type="checkbox"/> (4) Catapora <input type="checkbox"/> (5) Pneumonia <input type="checkbox"/> (6) Gripes <input type="checkbox"/> (7) Dengue <input type="checkbox"/> (8) _____ <input type="checkbox"/> (9) _____ <input type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/> Qual? _____
R2 Médio	Os condicionantes geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamento e solapamento. Ocorre ou a presença de alguns(a) evidência(s) de instabilidade de encostas e margens de drenagem, porém incipientes. Mantidas as condições existentes, e reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.	
R3 Alto	Os condicionantes geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamento e solapamento. Ocorre ou a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abutamento em taludes etc.). Mantidas as condições existentes, a ocorrência possível de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.	
R4 Muito Alto	Os condicionantes geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamento e solapamento. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abutamento em taludes, trincas em muros ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, ocorrências de escorregamento, feijões secos, proximidade da morada em relação ao córrego etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.	

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo classificou o bairro Morro da Liberdade (Figura 4) como de grau R3 ou seja, alto, com condicionantes geotécnicos predisponentes e nível de intervenção no setor de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamento e solapamento. E se mantidas as condições existentes, é possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuva intensas e prolongadas, no período chuvoso, com grande probabilidade a inundações.

Figura 4. Delimitação da área de estudo e palafitas do Morro da Liberdade.



Verificou-se ainda que há dois lados do Igarapé do Quarenta próximo ao Morro da Liberdade; um com os beneficiários do PROSAMIM, que foram remanejados e hoje vivem em condições aprazíveis; e do outro lado, onde há a população dos becos que não foi beneficiada e ainda encontram-se em situações e áreas de risco, sujeitas a enchentes em períodos de chuvas torrenciais na cidade.

O local de estudo possui 110 casas, dentre essas 21 foram visitadas e constatou-se que apesar de possuírem abastecimento de água, não há a coleta e tratamento de esgoto. Em média cada residência possui 5 moradores.

Por meio dos questionários aplicados, foi observado que os moradores são de baixa renda, que em média possuem o ensino fundamental e que não têm conhecimento dos perigos de se morar à beira de um igarapé poluído. Houve relatos de moradores com doenças como dengue, zika, malária e gripe em idosos, porém nenhuma dessas foi considerada epidemia.

As medidas utilizadas para prevenção de enchentes no PROSAMIM foram as medidas não estruturais, de zoneamento, limpeza e perfilhamento dos canais que se mostram ineficientes para atender toda a população do local. Como medidas estruturais, recomendou-se a construção de bacias de contenção (reservatórios para armazenamento da água) para amortecer os picos de cheias.

Essas obras são constituídas de barragens e diques de terra, compactado e concreto simples, dotadas de vertedouro de saída d'água e comportas de fundo para regularização de vazão.

## CONCLUSÕES

Com a realização deste estudo se pode constatar que o quadro atual tenderá a se agravar, por força do aumento da intensidade dos processos indutores: adensamento da área urbana, desmatamento para ocupação desordenada, destinação inadequada de resíduos, carreamento de material erodido e enchentes, ausência de uma sistema de dreno da água dos igarapés adequado.

O solo de baixa coesão, elevados níveis de precipitação pluviométrica e cheias dos rios Amazonas e Negro, afetam o nível das águas nos igarapés afluentes ao rio Negro em um processo que tende serem mais intensos, uma vez que a ação indutora de alguns fatores antrópicos, como os que foram citados acima, tende a apresentar maior intensidade e cumulatividade.

Devendo-se ser realizados novos estudos de readequação do sistema de drenagem do igarapé o mais rápido possível, de maneira a evitar possíveis perdas materiais e de vida humana.

## REFERÊNCIAS

- CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. Manual de Desastres. Brasília: [s.n.], 2003.
- CEPED UFSC. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 Vol Amazonas/Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis, 2013.
- CORDERO, A.; MEDEIROS, P. A. & TERAN, A. L. (2015) Medidas de Controle de Cheias e Erosões.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Eventos críticos. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Eventos-Criticos-35> >. Acesso em: 7 de novembro de 2017.
- EPIA. Estudo Prévio de Impacto Ambiental. 2012. Disponível em: < <http://prosamim.am.gov.br/wp-content/uploads/2012/05/estudo-impacto-amb-prosamim1.pdf> >. Acesso em: 7 de novembro de 2017.
- GURGEL, E. F. M. influência antrópica sobre águas de igarapés na Cidade de Manaus – Amazonas- Revista online Caminhos de Geografia 5, p.40 - 47, out. 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000105.pdf> >. Acesso em: 30 de outubro de 2017.
- MICRO-LAB. Relatório Analítico ML 59/11. Disponível em: <<http://prosamim.am.gov.br/wp-content/uploads/2012/05/RA-ML-59-11-IG.-40.pdf> >. Acesso em: 31 de outubro de 2017.
- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO (SRHU). Ministério Do Meio Ambiente. Controle de Inundações. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/controle-de-inunda%C3%A7%C3%B5es> >. Acesso em: 7 de novembro de 2017.
- TUCCI, C.E.M. & GENZ, F. (1995) Controle do Impacto da Urbanização. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. (Eds.). *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/ UFRGS.
- TUCCI, C. E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M. Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership – World Bank – Unesco 2005.
- WALESH, S.G. Urban Surface Water Management. New York: John Wiley & Sons, Inc., 518 p. 1989.