



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

OLAVO RODRIGUES FAGUNDES NETO

**IMPACTOS AMBIENTAIS AO LONGO DO CANAL DO BEIROL -
MACAPÁ-AP**

MACAPÁ

2019



OLAVO RODRIGUES FAGUNDES NETO

IMPACTOS AMBIENTAIS AO LONGO DO CANAL DO BEIROL - MACAPÁ-AP

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Geografia do Departamento de Ciências Humanas da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Ms. Eduardo Queiroz

Macapá

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborada por Cristina Fernandes – CRB-2/1569

Fagundes Neto, Olavo Rodrigues.

Impactos ambientais ao longo do canal do beírol / Olavo Rodrigues
Fagundes Neto; orientador, Eduardo Queiroz. – Macapá, 2020.

31 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Universidade
Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Geografia.

1. Análise – Impacto ambiental. 2. Canal do Beírol – Consequências
ambientais. 3. Políticas públicas ambientais. I. Queiroz, Eduardo, orientador.
II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

363.7 F156i
CDD: 22. ed.

FOLHA DE APROVAÇÃO

OLAVO RODRIGUES FAGUNDES NETO

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Geografia do Departamento de Ciências Humanas da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora:

Prof. Orientador - Ms. Eduardo Queiroz de Lima

Prof. Ms. Fabiano Luis Belém

Prof. Msc. Manoel Osvanil Bezerra Bacellar

Macapá, novembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente Ao Senhor de Israel, pela saúde, capacitação e disposição para finalização desta monografia.

À minha esposa Jamile Fagundes pelo apoio e crença nas capacidades sem limites das quais sempre me atribuiu.

Ao meu pai Olavo Fagundes e mãe Ana Cláudia pelo apoio e incentivo nos estudos.

Aos amigos Fabiano Belém, Eduardo Queiroz, Tasso Wesley, Dário e Érica Viegas pela parceria durante a graduação.

Aos professores do curso de Geografia da UNIFAP, em especial aos senhores Fabiano Belém e Manoel Osvanil, por incentivarem seus alunos de maneira colaborativa e amigável e por manterem de pé o estudo desta ciência fundamental para a compreensão da terra e de seus habitantes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 CONTEXTO E PROBLEMA	7
1.2 JUSTIFICATIVA	8
2 REVISÃO TEÓRICO-EMPÍRICA	10
2.1 CONCEITO CENTRAL	10
2.2 CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS DE MACAPÁ	10
2.3 CARACTERÍSTICAS DOS CURSOS HÍDRICOS URBANOS	13
2.4 IMPACTOS NOS CURSOS HÍDRICOS	13
3 METODOLOGIA	15
3.1 ÁREA DE ESTUDO: CANAL URBANO DO BEIROL	15
3.2 TIPO DE PESQUISA	16
3.3 UNIVERSO DA PESQUISA	17
3.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS	17
4 RESULTADOS / ANÁLISE DE DADOS	19
4.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	25

RESUMO

O canal do Beírol faz parte de um grande curso hídrico urbano que também integra o canal das Pedrinhas, parte do curso da água que fica mais próximo a jusante mas que ainda assim faz parte do mesmo curso hídrico. Em todo o canal do Beírol, há diversas moradias, tubulações, equipamentos urbanos como pontes de concreto e madeira, além das ruas que atravessam transversalmente o canal. O presente trabalho tem como principal objetivo a coleta de informações relacionadas ao material encontrado ao longo do curso hídrico do canal do Beírol e como este material pode afetar no escoamento até o rio Amazonas, além de buscar compreender a política pública utilizada nos dias atuais para gerenciamento deste importante objeto urbano. O canal do Beírol é o maior canal urbano da cidade de Macapá, totalizando pouco mais de 5 Km de sua nascente até a jusante no rio Amazonas. Metodologicamente, fez-se a pesquisa de campo com registro de imagens fotográficas e marcação de coordenadas geográficas, além de pesquisa bibliográfica sobre o tema. São nos pontos onde estão localizadas as ruas e avenidas que se encontra maior concentração de materiais, justamente pela dificuldade de transporte desse material, seja submerso ou sob a água, além da vegetação aquática presente ao longo de todo o canal que acaba contribuindo para retenção desse material. O material particulado forma pontos de assoreamento ao longo do canal e em períodos de baixa maré do rio Amazonas também contribui para a retenção do material particulado. Foi constatado que as ações realizadas pelo poder público têm surtido efeito na liberação do curso hídrico do canal do Beírol, porém, ainda existem possibilidades a serem exploradas no sentido de melhorar os cuidados com o canal.

Palavras-chave: Canais urbanos. Impactos ambientais. Poder público.

ABSTRACT

The Beiról Canal is part of a large urban watercourse that also integrates the Pedrinhas Canal, part of the watercourse that is closest to the downstream, but is still part of the same watercourse. Across the Beiról canal, there are a number of dwellings, pipelines, urban equipment such as concrete and wooden bridges, as well as the streets that cross the canal. The present work has as its main objective the collection of information related to the material found along the water course of the Beiról canal and how this material can be removed from the river to the Amazon River, besides seeking the realization of a public policy used in the days. management of this important urban object. The Beiról Canal is the largest urban canal in the city of Macapá, totaling just over 5 km from its source to a river in the Amazon. Methodologically, made a field research with registration of photographic images and marking of geographic coordinates, as well as bibliographic research on the subject. These are the points where they are located as streets and avenues that find the highest concentration of materials, just for the difficulty of transporting this material, whether submerged or under water, besides the aquatic vegetation present along the entire channel or canal that ends up contributing to this. material value. Particulate matter forms monitoring points along the channel and in periods of low tide of the Amazon River also contributes to particulate matter retention. It was found that the actions taken by the government had the effect of liberating the water course of the Beiról canal, but there are still possibilities to be exploited without sense to improve care with the canal.

Keywords: Urban channels. Environmental impacts. Public Power.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E PROBLEMA

O canal urbano do Beiril corta a cidade de Macapá, capital do estado do Amapá, apresenta um total de 5 Km de extensão, sendo este o maior curso hídrico que passa por dentro da cidade.

Um canal urbano exerce a função de escoamento de águas superficiais de uma cidade, no caso de Macapá, o canal do Beiril é o maior coletor de águas superficiais da cidade, as quais deságuam no rio Amazonas.

O material encontrado no canal pode ser caracterizado por objetos físicos que impedem a passagem livre da água, como materiais plásticos, placas metálicas, estruturas de concreto, matéria orgânica acumulada, dentre outros, que podem dificultar o curso hídrico de um canal urbano, ocasionando a ocorrência de sinistros como alagamentos.

Os estudos sobre canais urbanos têm ganhando cada vez mais relevância ao redor do mundo (BABPTISTA; NASCIMENTO, 2001), tendo em vista sua importância para a conservação da saúde pública e ambiental. A prevenção de sinistros como alagamentos pode ser indicada como o elemento indutor de estudo, tendo em vista que o acúmulo de material afeta diretamente o curso da água nos pontos de maior concentração de material, onde se acumulam em grandes quantidades. O material encontrado no canal forma uma barreira que impede a passagem livre da água, causando danos aos rios, o que é agravado quando o canal ainda sofre influência direta da maré invertendo seu curso.

Nesta pesquisa, buscou-se compreender a ligação entre o material presente no canal do Beiril e a diminuição do curso hídrico do canal, se o canal sofreu alterações pelo acúmulo de material em seu curso e como este assunto é tratado pelas autoridades públicas, sabendo-se que é de responsabilidade das prefeituras o cuidado e manutenção dos canais. A coleta dessas informações poderá esclarecer a situação atual do canal e fornecerão ao poder público subsídios para a prevenção de acontecimentos sinistros futuros.

Como objetivos específicos, este trabalho buscou realizar uma análise mais pontual dos problemas que podem ser encontrados ao longo do canal, dentre eles:

- a) identificar quais os principais materiais que obstruem o canal do Beirol;
- b) catalogar quais equipamentos urbanos que estão sob o canal do Beirol e que contribuem para a obstrução deste objeto espacial e;
- c) situar no espaço onde estão os equipamentos urbanos que contribuem com a obstrução do curso da água.
- d) zonear o canal conforme o maior e o menor número de materiais encontrados.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho tem o propósito maior de chamar a atenção para a degradação do canal e assim, propor uma mudança de paradigma na percepção e tratamento conferido ao canal do Beirol. É um processo de requalificação do olhar sobre o canal. Atualmente, este curso hídrico urbano é visto como um lugar onde se descartam materiais de todos os tipos, lixo doméstico e material orgânico de residências, o que gera um quadro cada vez mais degradante do curso hídrico. Caracterizar e demonstrar como está a situação atual do canal, fornece subsídios para que haja uma interação futura diferenciada no sentido de cuidar do curso hídrico urbano com mais responsabilidade.

Medidas tomadas mundo afora, demonstram que a mudança do olhar sobre os canais urbanos tende a modificar, no caso do Brasil, a longo prazo, o tratamento que é dado a esses cursos hídricos. Conforme relatado por Babtista e Nascimento (2001), a evolução dos cuidados com cursos hídricos urbanos na Europa ocorreu de forma conjunta ao esgotamento sanitário, logo, o olhar sobre os canais urbanos nunca chegaram a ser o mesmo que temos em cidades brasileiras nos dias de hoje.

No Brasil, o avanço das técnicas de cuidados com cursos hídricos urbanos tem a mesma premissa dos países europeus, isto é, a de cuidados com a higiene e redução de doenças, porém, com uma grande diferença, ter um sistema de esgotamento sanitário não implantado ou apenas acessível a uma pequena parcela da população,. Esse é o cenário mais comum, no que se refere ao tratamento conferido aos canais urbanos em grande parte das cidades brasileiras, o que gera um custo muito mais alto ao poder público, pois as cidades com processos de urbanização avançados demandam obras de infraestrutura hídrica e sanitária maiores do que as obras que são feitas em cidades pequenas e/ou com o planejamento sanitário executado desde sua fundação. Além disso, há o custo

constante de limpeza para retirada de resíduos sólidos e efluentes líquidos evitando a obstrução do curso ou a poluição do canal.

Este trabalho se justifica ainda pela necessidade de coleta de dados sobre o curso hídrico do canal do Beiril e a dificuldade que pode ser encontrada no futuro pelo poder público e pela população de entorno do canal no quesito ambiental e social, tendo em vista que a obstrução do curso hídrico pode gerar problemas de alagamento caso não haja planejamento e execução de limpezas para a conservação deste importante recurso. Entender a situação atual do curso da água no canal urbano fornece dados que indicarão se há problemas nos dias atuais e se poderão haver problemas futuros.

O estudo do impacto ambiental e o impacto social são fatores importantes de serem abordados, pois fornecem subsídio para a atuação do poder público e informam a população sobre a necessidade de cuidado e fiscalização do meio ambiente.

O crescimento cada vez mais acelerado de Macapá está afetando diretamente o escoamento das águas pluviais, o que aponta também para o crescimento das demandas recebidas pelos cursos hídricos urbanos

2 REVISÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

2.1 CONCEITO CENTRAL

Tratado como o conceito base desta monografia, a paisagem é, como diz Bertrand (2004), um elemento com múltiplas faces, mas que não podem ser considerados meros elementos disparatados, e é no espaço que os elementos que compõe a paisagem estão situados, compondo uma combinação de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagem uns sobre os outros, fazendo da paisagem um conjunto único e indissociável, sempre em evolução. Assim foi observado o objeto de estudo deste trabalho, o canal do Beiro, examinando o arranjo e a configuração dos diversos elementos formadores da paisagem na qual está situado o mencionado canal.

Para Costa et al (2002), há a presença de rios em diferentes partes da paisagem, florestas urbanas, áreas livres públicas, áreas de uso industrial, comercial, institucional, residencial, entre muitas outras, mas que a presença desses rios é ocultada pelo emaranhado existente no processo de urbanização o que acaba fazendo com que os rios urbanos desapareçam em meio a tantas informações.

Segundo Santos (2015), a observação da paisagem sempre teve os rios urbanos como um elemento chave para o entendimento do desenvolvimento econômico e cultural das civilizações, mas que concomitantemente com tal relevância, também houve uma negação dos cursos hídricos por parte das populações, por considerarem os rios urbanos meros ambientes poluídos e impróprios para quaisquer que sejam as atividades possíveis de serem desenvolvidas em seus cursos.

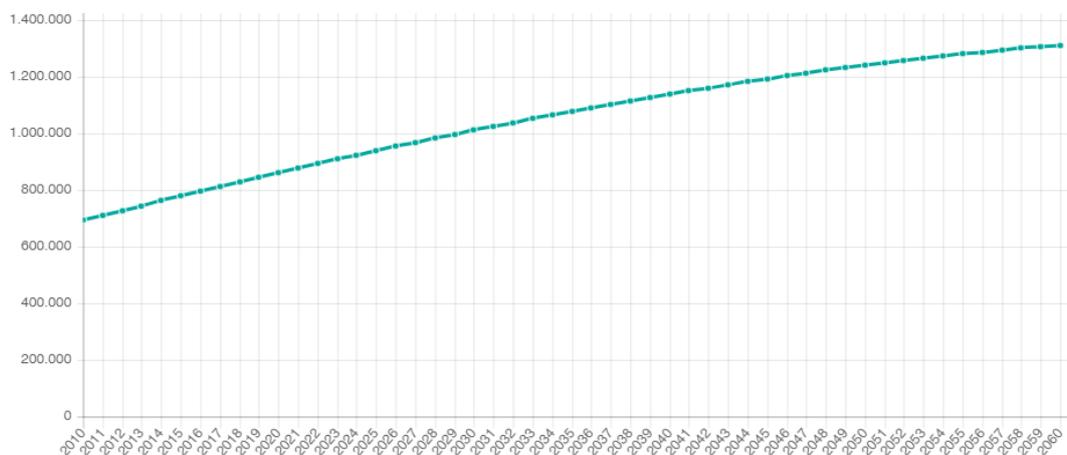
2.2 RESPONSABILIDADE DE CUIDADO COM O CANAL

Muito há de ser feito em relação aos cuidados com canais urbanos em cidades pequenas como Macapá. Há necessidade do poder público assumir de vez como fator central do desenvolvimento e da qualidade de vida urbana a implementação de equipamentos de saneamento básico para a totalidade ou, pelo

menos, para a maior parte do tecido urbano. A manutenção do canal do Beirol é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Macapá (PMM), mais especificamente da Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura Urbana (SEMOB). Dentre as atribuições da SEMOB estão: a construção e a manutenção de obras públicas, incluindo instalações e conservação de bueiros e rede de drenagem pluvial, além das manutenções realizadas em todos os canais urbanos de Macapá.

Como fator crucial para a necessidade de atenção para com os canais urbanos, o crescimento urbano dos últimos anos é um dos principais contribuintes para o aumento na geração de resíduos sólidos, tendo em vista que Macapá conta atualmente com uma população de mais de quinhentas mil pessoas, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, de 2019. Ainda segundo o IBGE (2019), apenas 26,8% da capital do Amapá, Macapá, conta com os serviços do saneamento básico, o que significa que a maior parte da população macapaense gera resíduos sanitários que não tem a destinação adequada. As estimativas do IBGE são de que até o ano de 2030 a população do Estado do Amapá ultrapasse um milhão de habitantes (Figura 1), com uma zona urbana gerando cada vez mais resíduos sólidos, e sem uma política sólida de coleta de esgoto e resíduos sólidos, os números podem aumentar exponencialmente, aumentando em conjunto o risco de sinistros e de saúde que podem afetar a população de entorno do canal do Beirol e similares, e até mesmo áreas baixas da cidade.

Figura 1 - Projeção da população do Estado do Amapá



Fonte: IBGE (2019)

2.3 CARACTERÍSTICAS DOS CURSOS HÍDRICOS URBANOS

Para Porto et al. (1993), a principal função de um canal urbano é evitar que ocorram sinistros como alagamentos, pois sua capacidade de escoamento natural fornece essa possibilidade. O perfil longitudinal do canal urbano pode ser alterado em diversos pontos, por motivos também pontuais, fazendo com que hajam variações do calado, modificando a capacidade de vazão e prejudicando o fluxo hídrico (VIEIRA; CUNHA, 2008).

Como destacado por Vieira e Cunha (2008), a morfologia dos canais possui grande variabilidade de cidade para cidade, não permitindo o estabelecimento de um modelo geral de mudanças nesses cursos hídricos, tendo em vista que o fluxo não é a única variável que modifica o canal, mas também o transporte de sedimentos, a quantidade de água estocada e liberada no sistema fluvial e a estabilidade das margens, fatores esses que modificam o tamanho e a forma do canal (YU; WOLMAN, 1987).

Para os autores Bapista e Nascimento (2001) existem três limitações aos executivos municipais que podem dificultar a execução dos trabalhos de cuidados com os cursos hídricos urbanos, das quais a primeira diz respeito a escassez de conhecimento da rede já construída nas cidades, a segunda dificuldade diz respeito à falta de conhecimento do funcionamento destes sistemas de drenagem e a terceira é a inadequação das equipes técnicas e gerenciais responsáveis pela manutenção dos sistemas de drenagem. Observa-se a desproporcionalidade entre demanda de trabalho no sistema de drenagem e injeção de recursos.

Como é sabido, a proximidade entre aglomerados populacionais e cursos hídricos é, desde os primórdios da urbanização, uma atitude que visa a utilização da água para atividades domésticas, navegação e comércio e por esse motivo há uma grande responsabilidade no cuidado dos canais urbanos, tendo em vista que a maioria também é utilizada para despejo de materiais, resíduos sólidos e resíduos orgânicos, e eventuais sinistros ocorridos por essa falta de cuidado com o curso da água são resultado da má utilização desses rios urbanos (BABPTISTA; NASCIMENTO, 2001), ou seja, o benefício de se estar próximo a cursos hídricos é que se pode utilizar a navegação para trânsito de mercadorias, por exemplo, mas os malefícios são os impactos negativos gerados pelo depósito de materiais. Ainda de

acordo com Babtista e Nascimento (2001), objetivando sempre o maior controle técnico sobre o meio natural dentro das cidades é que se atribuiu um caráter mais sanitário aos cursos hídricos urbanos, buscando promover conforto e embelezamento nas cidades. A urbanização por si só já gera impactos hidrológicos irreversíveis ao meio ambiente e aliados as técnicas de engenharia higienistas há uma diminuição imediata dos processos de infiltração, o que acarreta aumento do risco de alagamentos ao redor de canais urbanos.

Segundo Tuccie e Collischonn (1998), a urbanização das cidades pode aumentar a níveis alarmantes as vazões máximas dos cursos hídricos, muito por conta do aumento da impermeabilização nas superfícies e a produção de sedimentos sólidos em níveis mais altos devido ao crescimento populacional, que gera mais lixo, que contribuem para o estrangulamento do fluxo hídrico. Todos estes fatores contribuem diretamente para o aumento do risco de enchentes, tendo em vista que o fluxo é comprometido por conta dos sistemas utilizados para que o canal transponha obstáculos como ruas e pontes e pelo aumento na produção de sedimentos sólidos, decorrente do crescimento populacional.

2.4 IMPACTOS NOS CURSOS HÍDRICOS

Além dos impactos gerados diretamente ao curso da água ao longo do canal, com caminhos cada vez mais ocupados por sedimentos que ocasionam assoreamento, o transporte de materiais pode trazer poluentes agregados, diminuindo ainda mais a qualidade da água, em conjunto com o fator de despejo irregular, esses cursos hídricos têm seu potencial de uso humano reduzidos.

Em bacias urbanas o solo e o subsolo ficam expostos, sofrendo alterações irreversíveis por conta da erosão e em consequência desse processo temporal o transporte de sedimentos diminui, porém, o mesmo não acontece com o material sólido, que é constituído em grande parte por plásticos (TUCCIE; COLLISCHONN, 1998).

As alterações em cursos hídricos ocasionadas pela ação antrópica são segundo Carvalho, Bitoun e Corrêa (2010), ações que objetivam principalmente o controle da vazão por meio de sistemas de barragem e alteração da morfologia dos canais, sendo possível encontrar ações indiretas como construções, remoção de

solo, remoção de vegetação, que também podem causar transformações no ambiente e na carga de sedimentos de materiais transportados pelos canais, sendo assim, o processo de urbanização próximo às bacias aumenta os valores de descarga de sedimentos (VIEIRA; CUNHA, 2008).

Os canais urbanos sofrem com alterações espaço-temporais que podem influenciar na sua capacidade de escoamento, mudanças essas causadas por implantação de obras de engenharia como retificação, alargamento e estreitamento, implantação de pilares de pontes e aterramento para passagem de ruas sobre os cursos hídricos, sendo assim, o processo de urbanização tem ligação direta com a alteração do curso da água nos canais urbanos (VIEIRA; CUNHA, 2008).

A modificação antrópica do curso hídrico gera um impacto hidrológico que gera uma demanda de ações mitigadoras. O impacto é gerado pelo homem e necessita ação humana para corrigir danos e prevenir sinistros que fujam excessivamente ao controle e acabem gerando transtornos maiores a uma parcela maior da população.

O desenvolvimento urbano brasileiro, como destaca Tucci (1997), tem aumentado a frequência de inundações, produção de sedimentos e prejudicado cada vez mais os cursos hídricos que passam por dentro das cidades, fazendo com que haja um aumento das vazões máximas e deterioração da qualidade da água, além de impactos gerados de maneira desorganizada após a implantação de pontes e aterramento que diminuem a capacidade de escoamento reduzindo em alguns pontos a seção transversal de um canal.

Dentre os principais sinistros que ocorrem dentro de uma área urbana em decorrência do mau gerenciamento do curso hídrico de um canal, destacam-se as enchentes que ocorrem próximo ao curso do canal, tendo em vista que em períodos de alta precipitação, há um extravasamento lateral nos canais, fazendo assim com que a água chegue até às ruas e casas. Essas enchentes podem ser agravadas por problemas de obstrução do escoamento por projetos de aterramentos ou pontes inadequados (TUCCI, 1997).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO: CANAL URBANO DO BEIROL

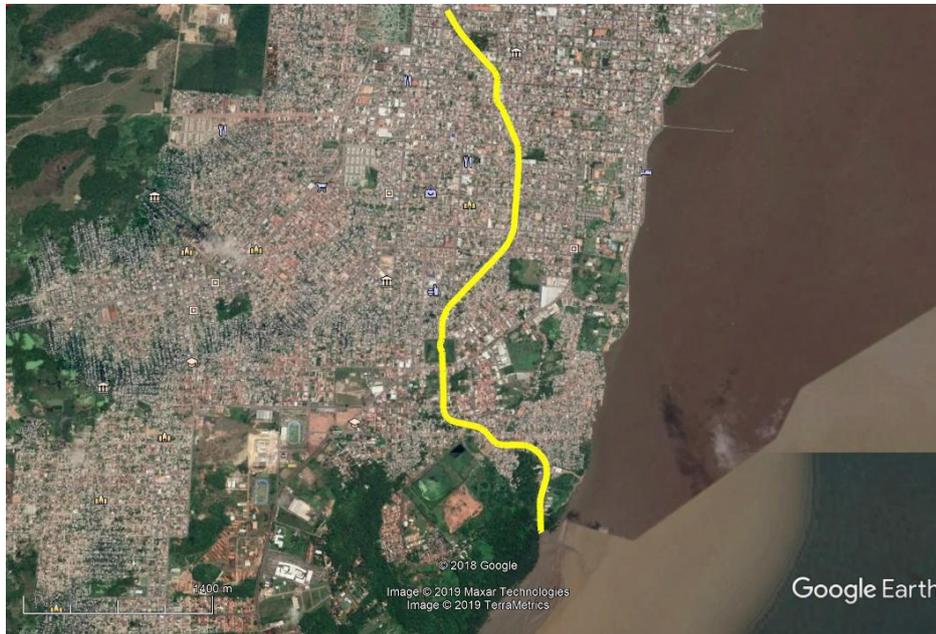
O canal urbano do Beírol é um canal de drenagem urbana localizado na cidade de Macapá, capital do Estado do Amapá, passa por nove bairros (Centro, Buritizal, Trem, Beírol, Muca, Jardim Equatorial, Marco Zero e Pedrinhas) da montante até a jusante, com um total de 5 km de extensão, com largura média de uma margem a outra que varia entre 17 e 28 metros de comprimento. Dentre os canais urbanos de Macapá, o canal do Beírol é o maior, sendo o segundo colocado o canal do Jandiá com 2,4 Km da montante até a jusante.

O domínio morfoestrutural onde está localizada a cidade de Macapá é o das bacias sedimentares e coberturas inconsolidadas, na unidade geomorfológica dos tabuleiros costeiros do Amapá, onde há, naturalmente, uma capacidade maior de absorção de material orgânico em sua forma natural. A pedologia presente na capital, corresponde ao Latossolo amarelo distrófico típico, plintossolo pétrico concrecionário e latossolo amarelo distrófico plíntico, solos estes que normalmente são muito intemperizados, facilitando o carreamento de sedimentos até as bacias. A geologia da cidade de Macapá faz parte da era Cenozóica, parte no período neogeno (domínios Grupo Barreiras) e parte no quaternário, época pleistoceno, nos domínios da Cobertura detrito-laterítica pleistocênica, ambas formações geológicas mais recentes.

O canal do Beírol conta com estrutura de concreto em parte de sua extensão, cerca de 330 metros em sua parte inicial, que consistem em passarelas laterais dotadas de cercas de proteção, além de revestimento impermeável de concreto nas laterais internas e no fundo do canal. O revestimento impermeável que cobre as laterais internas do fundo do canal estão presentes apenas nos 330 metros iniciais do curso hídrico, ou seja, todo o restante do canal não é dotado desta infraestrutura. Ao longo do canal do Beírol, há a passagem de 14 ruas cortando-o transversalmente, que apresentam em alguns casos processos de aterramento ou construção de pontes em suas passagens. No bairro das Pedrinhas há a navegação de

pequenas embarcações no canal, a partir da divisão da Rodovia JK, acerca de 1,75 Km do rio Amazonas.

Figura 1: Área de estudo



Fonte: Google Earth

3.2 TIPO DE PESQUISA

Quanto a abordagem essa pesquisa tem caráter qualitativo quando descreve a paisagem e as características do canal, mas também apresenta elementos de uma pesquisa quantitativa quando produz a contagem e o mapeamento das zonas mais agredidas por despejos de materiais no canal. Já quanto aos objetivos esta pesquisa é de caráter exploratório, por expor as características físicas do canal do Beírol e dados sobre a manutenção e quantidade de material retirado do curso hídrico. Fez-se uso de procedimentos de pesquisa de campo, objetivando esclarecer a situação atual do referido canal urbano macapaense e indicar problemas reais, visando evitar problemas futuros para toda a população de entorno do canal.

Também realizou-se entrevista semiestruturada, onde há um roteiro/formulário previamente estabelecido pelo entrevistador, mas que durante a entrevista perguntas adicionais foram acrescentadas de acordo com a necessidade de esclarecimento das questões. As entrevistas foram realizadas com representantes do poder público municipal, a fim de conhecer as ações

governamentais realizadas e a perspectiva de ações públicas ao longo de todo o canal urbano. As entrevistas foram realizadas com três representantes da SEMOB (colocar o nome por extenso, antes da sigla).

3.3 UNIVERSO DA PESQUISA

O universo da pesquisa compreende a área do canal do Beirol, suas características físicas e as instalações situadas sob o curso hídrico, pontes de concreto, ruas, pontes de madeira, bueiros, além da caracterização do material que é retirado do canal nos serviços de manutenção realizados pela SEMOB.

3.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para iniciar a produção do trabalho foi realizada a pesquisa bibliográfica específica, abordando a temática “canais urbanos”, para embasamento e direcionamento dos caminhos a serem tomados para obtenção de dados sobre o tema da monografia.

Foi realizada pesquisa de campo em duas etapas, sendo que na primeira etapa da pesquisa de campo, realizada no dia 21 de agosto de 2019, a partir das 15h30min, foram percorridos 2 km do início do canal até o ponto de parada. Já a segunda etapa ocorreu no dia 3 de novembro de 2019 e percorreu os 3 km restantes até a jusante do canal do Beirol, já no bairro das Pedrinhas. Em ambas as etapas os procedimentos de coleta de dados consistiram em registros fotográficos dos equipamentos urbanos situados ao longo do canal, imagens registradas com câmera fotográfica semiprofissional modelo Canon EOS Rebel T100 18-55mm f/3.5, imagens das quais não foram realizadas edições ou controle manual de registro. Foram realizadas observações da paisagem do canal e anotadas as informações mais relevantes conforme os objetivos desta monografia.

Para a coleta de dados que possibilitou a elaboração do mapa que consta nesta pesquisa, foi utilizado uma motocicleta modelo Honda 150cc, percorrendo as margens do canal a uma velocidade constante de 15 Km/h, com paradas realizadas a cada trezentos metros, onde um integrante auxiliar da pesquisa, na parte traseira da motocicleta, tomava nota dos pontos de despejo de esgoto identificados nos três primeiros quilômetros do canal do Beirol. Foi realizada uma viagem de seis

quilômetros, percorrendo as duas margens do canal para que se pudesse realizar a análise em ambas as margens, tendo em vista que os pontos de despejo de esgoto estão presentes nas duas margens do canal. A pesquisa de pontos de despejo de esgoto foi realizada apenas nos três quilômetros iniciais por conta de os dois quilômetros finais terem as habitações residenciais a beira do curso hídrico, impossibilitando a análise da paisagem de maneira que possibilite a contagem exata dos pontos de despejo. O software utilizado para elaboração do mapa foi o QGIS 3.8 Zanzibar. O mapa produzido foi segmentado em trechos de 300 metros. Para cada trecho foram contabilizados os número de pontos de despejo de esgotos.

Foram marcados pontos de coordenadas geográficas nos locais onde estão situados os equipamentos urbanos como pontes e ruas, com o intuito de localizar com a maior precisão possível no mapa produzido da área de estudo os pontos de maior retenção do material. O equipamento utilizado para marcação dos pontos de coordenadas geográficas foi o GPSMAP 64 GARMIN.

O software SIG Google Earth Pro foi utilizado para a produção da imagem geral da área de estudo e comparação de dados coletados em campo como comprimento total do canal e a largura de suas margens, trecho urbanizado, trecho onde há navegação e o total percorrido na primeira e na segunda etapa da coleta de dados em campo.

Para a construção desta monografia foram realizadas ainda três entrevistas, no dia 3 de outubro de 2019, 15h00min, primeiramente com o encarregado chefe da divisão de artefatos da secretária SEMOB, responsável pela coordenação das equipes em campo. Foi entrevistado em seguida um técnico em administração pública, servidor a mais de 30 anos da secretaria. Por último, foi entrevistado o engenheiro sanitarista chefe da secretaria, responsável por todas as ações executivas ao longo do canal do Beírol.

Os dados coletados foram organizados de maneira cruzada para a obtenção de informações com a possibilidade de geração de gráficos e tabelas, baseados nos números obtidos por meio de documentos cedidos pela SEMOB e pelas entrevistas realizadas com os representantes do respectivo órgão.

4 RESULTADOS / ANÁLISE DE DADOS

4.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

As vazões máximas no canal ocorrem pela impermeabilização do solo urbano, pela modificação da morfologia do canal e pela obstrução do curso em diversos trechos do canal. Tudo isso, faz com que o volume de água escoado (das ruas) para o curso aumente, além disso, pelo fato do canal está totalmente ou parcialmente preenchido por sedimentos e detritos diversos, há o aumento dos riscos de ocorrência de alagamentos e enchentes.

Os dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Mobilização Urbana (SEMOB), do Município de Macapá, indicam que nos últimos 3 anos foram retiradas mais de 15 toneladas de material do canal do Beírol, número este que indica o tamanho do problema que pode ser enfrentado pela população do entorno do canal caso haja entupimento dos sistemas de vazão da água, tendo em vista que existem mais de 200 pontos de despejo irregular de esgoto ao longo do canal, dado verificado durante a pesquisa de campo. O despejo de esgoto ao longo do canal é realizado por meio de tubulações irregulares que saem em grande parte do sistema hidráulico das residências que ficam no entorno do curso hídrico, tubulações essas que podem chegar a ter até 1 metro de diâmetro. Além de ligações clandestinas de esgotamento, cenário encontrado ao longo do canal do Beírol, onde se localizam canos PVC durante todo o seu percurso, canos estes que em 100% das ocasiões saem de residências e/ou pequenos comércios situados à beira do canal do Beírol.

O canal do Beírol tem atualmente uma extensão a céu aberto de 5 km da montante até a jusante, tendo uma cobertura total de manutenção em toda a sua extensão por parte da Prefeitura Municipal de Macapá (PMM), mais especificamente pela SEMOB. A manutenção consiste em dragagem de material particulado e coleta de material. Os trabalhos de limpeza são realizados por equipes de trabalhadores que adentram o canal e retiram o lixo acumulado e auxiliam maquinário como tratores na retirada do material mais pesado. Além do despejo de água servida e de esgotos residenciais e comerciais, o material (resíduo sólido) encontrado no canal do Beírol consiste em material como plástico, borracha, ou metal em sua composição e contribuem diretamente para a obstrução do curso hídrico do canal,

mas que com a limpeza regular, não prejudicam de maneira significativa o curso da água nos dias atuais.

Os procedimentos de limpeza do canal são realizados a cada três meses segundo informações fornecidas pela secretaria, porém, caso haja indicativo de necessidade de intervenção imediata, as equipes são mobilizadas para realização de mutirões. É

Os trabalhos de limpeza são realizados com o auxílio de maquinário como tratores e pequenas embarcações, fazendo a retirada da vegetação aquática, material como garrafas, pneus e material assoreado, advindo da lavagem das ruas pavimentadas e das tubulações de esgoto.

O maior impacto gerado ao curso hídrico do canal, ocasionado pelo acúmulo de materiais, é o entupimento dos sistemas de passagem da água, situação essa que foi detectada na pesquisa de campo e confirmada pela SEMOB. Nos últimos três anos, foram retiradas mais de 15 toneladas de materiais sólidos e assoreados do canal do Beírol. Não há divisão do material retirado do canal, tudo o que é retirado é misturado em carretas e levado para o aterro sanitário municipal, havendo apenas uma preocupação de separação de pneus, que são encaminhados para um local diferente e em seguida são reutilizados em outras ações municipais, como a fabricação de recipientes para mudas de plantas que são colocadas em praças da cidade.

Além do impacto físico sofrido pelo canal, dificuldade da água fluir, há o impacto químico, a poluição, advinda do despejo de água servida e de esgotos residenciais e comerciais, efluentes de caixas de gorduras e de banheiros, que afetam a saúde da população e a qualidade da água do canal, porém, o foco deste trabalho se direciona ao impacto de físico.

Em períodos de chuva, a SEMOB informou que os pontos de maior retirada de detritos sólidos do canal se concentra basicamente nos 5 Km iniciais do curso hídrico. Há grande escoamento superficial advindo das ruas, decorrente do processo de impermeabilização do solo urbano, o que dificulta a infiltração das águas pluviais, as quais lavam as ruas carreando sedimentos que são depositadas posteriormente no canal. Como detectado na pesquisa de campo e confirmado pelos responsáveis pela secretaria, os pontos onde há o estrangulamento do leito do canal tendem a acumular grande parte dos detritos, esses pontos de estrangulamento são

exatamente os lugares onde há a passagem de ruas sobre o canal, pois houve aterramento de suas margens para a construção desses equipamentos.

O período mais difícil para a limpeza do canal urbano do Beírol tende a ser o verão, quando a água está mais baixa e o maquinário utilizado pela secretaria tem mais dificuldade em realizar o trabalho de limpeza. Caso o objetivo seja a limpeza dos sistemas de passagem de ruas, como os bueiros ármicos (misto de aço e concreto) e as pontes, o melhor período para a limpeza é o verão, já que a limpeza desses pontos exige uma atuação mais significativa do trabalho humano, então, o ideal é a equipe atuar para fins distintos em diferentes períodos do ano, conforme, a época do ano de maior ou menor pluviosidade.

A maré do rio Amazonas exerce grande influência no depósito de detritos no canal e na limpeza realizada pela secretaria. Em períodos de chuva e de maré alta, a quantidade de lixo depositada pelo rio Amazonas no canal é grande e segundo a SEMOB, os detritos trazidos pela maré podem representar até 50% do depósito de materiais ao longo do canal do Beírol. Além de trazer parte dos detritos sólidos retirados pelas equipes de limpeza, o rio Amazonas também empurra para a montante do canal detritos sólidos despejados ao longo de seu trajeto. O depósito de detritos exercido pelo rio Amazonas sobre o canal do Beírol é tão significativo, que a secretaria estuda a implantação de um sistema de comportas na passagem do curso hídrico que fica sob a rodovia Juscelino Kubitschek. Esse sistema de comportas evitaria que a maré deposite grandes quantidades de detrito no canal do Beírol, funcionando de maneira fechada em períodos de grande trânsito de detritos e aberto em períodos de vazão da maré.

Figura 2: Lixo acumulado no canal



Fonte: o autor.

O canal conta com três sistemas de passagem do curso da água em toda a sua extensão. Esses sistemas de passagem da água foram construídos com o objetivo de dar fluidez ao curso hídrico, objetivando interromper o mínimo possível o curso natural do canal. Os sistemas são: ponte estruturada em concreto armado, rua aterrada e equipada com tubos de esgoto e ponte em concreto armado com galeria inferior. Todas as alternativas adotadas para a passagem da água diminuem significativamente o leito do canal, porém, foi observado que a estrutura de ponte em concreto armado é a estrutura menos prejudicial, dentre as observadas, para a passagem da água. Há ainda duas construções de pontes de madeira sob o canal que são o resultado de empreendimentos dos moradores do entorno da área de estudo, visando melhorar a mobilidade de pedestres e ciclistas, tendo em vista que há grandes intervalos de espaço entre uma ponte de concreto e outra, intervalo de espaço que pode chegar a até 714 metros, maior intervalo que fica entre o bairro Marco Zero e o Bairro das Pedrinhas.

Figura 3 - Equipamentos urbanos sob a ponte: a) Sistema de ponte, b) Sistema de bueiro ármico, c) Sistema de galerias, d) Pontes de madeira



Fonte: Dados da pesquisa de campo

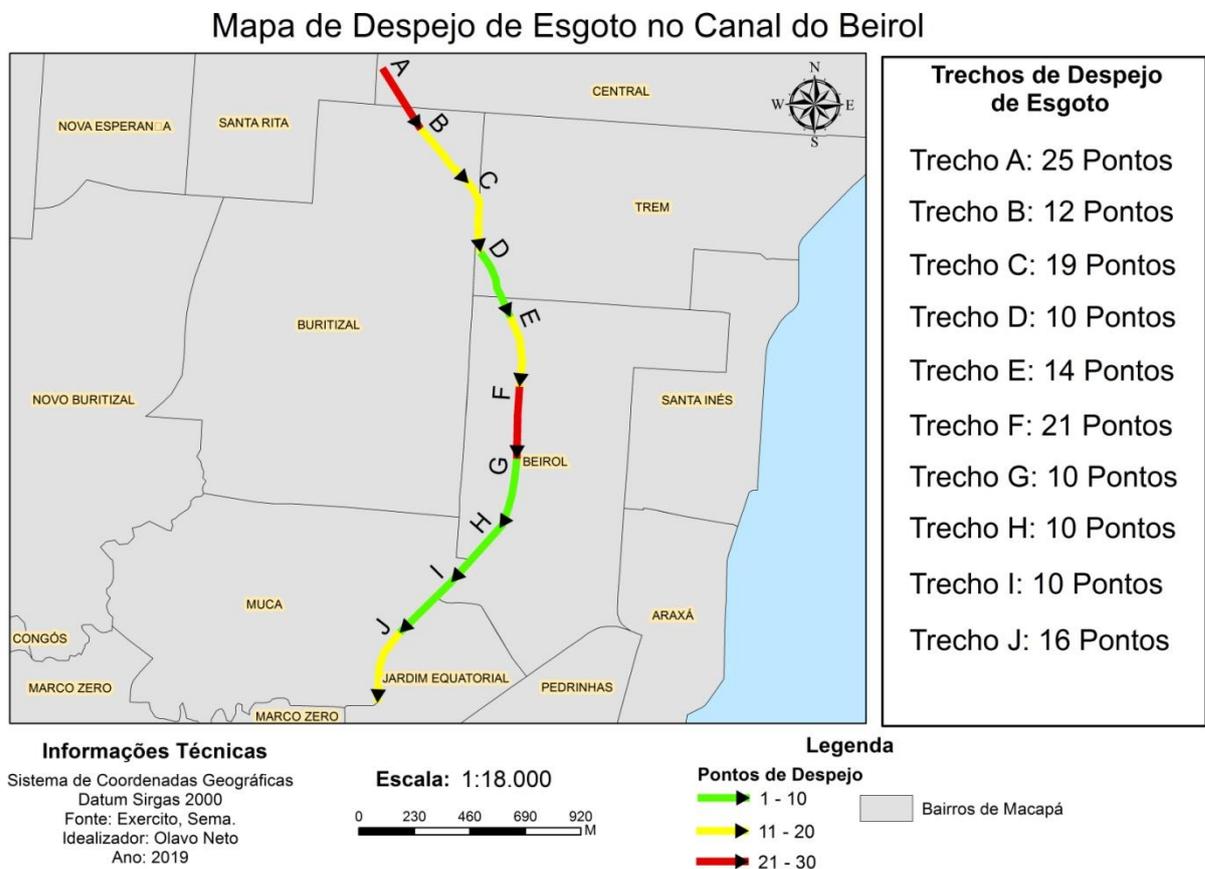
Além das estruturas de pontes e ruas, há, sob o canal, a passagem de encanamento de água, estrutura essa que também influencia diretamente para a retenção de material ao longo do canal, já que a mesma também afetou a margem do canal de forma significativa, diminuindo seu leito, o que possibilita o extravasamento em períodos de cheia.

O maior problema identificado pela SEMOB é o despejo de esgoto irregular ao longo de todo o canal do Beírol, pois contribui significativamente para a poluição, sendo responsável pelo despejo de águas servidas em larga escala, efluentes de caixas de gordura e banheiros, tendo em vista que foram identificados na pesquisa de campo 147 pontos de despejo de esgoto diretamente no curso hídrico.

Os três quilômetros iniciais do curso hídrico contam com aproximadamente 147 pontos de despejo irregular de esgoto, que acarreiam matéria orgânica para o canal, contribuindo com a poluição e o aparecimento de espécies de macrófitas

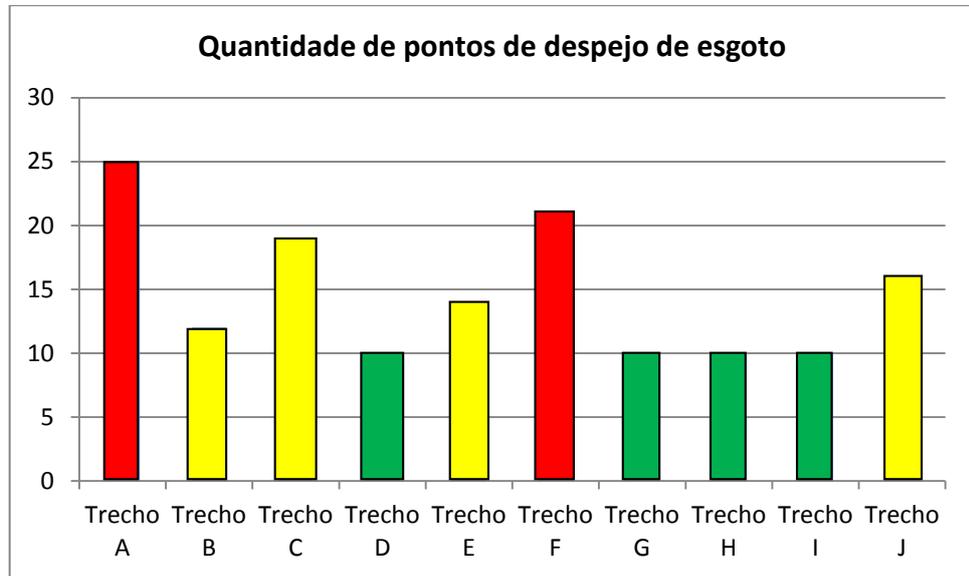
aquáticas que também contribuem para a concentração de lixo emerso e submerso no canal do beiro. O mapa de despejo de esgoto no canal do Beiro (Figura 4) mostra ao longo de três quilômetros de extensão do canal, desde o encontro da Av. Hildemar Maia com a Av. Taíde Teive até a rodovia Juscelino Kubitschek, os pontos onde há maior concentração de tubulações irregulares que levam matéria orgânica até o curso hídrico. Com o mapa foi constatado que o ponto com maior concentração de despejo irregular de esgoto encontra-se nos 300 metros iniciais do canal, que fica entre os bairros Central e Buritizal, onde há infraestrutura mais moderna no canal do Beiro e indica que nos mil e duzentos metros finais da análise realizada no mapa (os últimos quatro techos) há um decréscimo considerável no número de despejo irregular de esgoto, o que pode indicar que ao se aproximar da jusante do canal do Beiro, o número de despejo de esgoto tende a diminuir. O mapa demonstra no esquema de cores os pontos onde há mais e menos pontos de despejo de esgoto nos três quilômetros iniciais do curso hídrico.

Figura 4 – Mapa de despejo de esgoto no Canal do Beiro



Fonte: Autor

Figura 5 – Quantidade de pontos de despejo de esgoto



Fonte: Autor

A principal constatação da pesquisa indica que o despejo irregular de esgoto aliado a falta de educação ambiental da população, situação que pode ser constatada com a verificação dos lixos domésticos depositados ao longo de todo o canal e a diminuição drástica do leito do canal em pontos onde há passagem de ruas, são os fatores responsáveis pelo impacto gerado ao curso hídrico do canal.

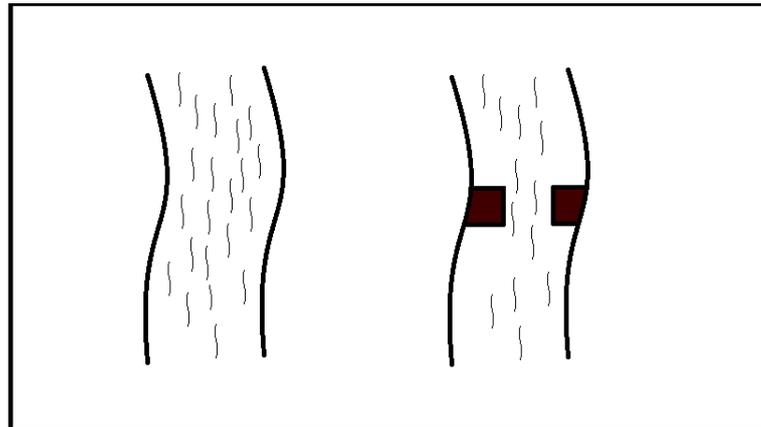
Figura 5: Despejo irregular de esgoto no canal do Beiroi



Fonte: Dados da pesquisa de campo

As ações de limpeza sozinhas não dão conta de manter o canal limpo em 100% de seu trajeto, pois o despejo irregular de detritos sólidos e de esgoto irregular aliado a força exercida pela maré, influenciam na contínua poluição do curso hídrico, que, apesar desses fatores poluidores, têm se mantido dentro dos padrões mínimos de limpeza, com maior parte do curso da água sem detritos de grande porte e com zero entupimentos dos sistemas de passagens das ruas.

Figura 6: Diminuição do leito do canal por processo de aterramento



Fonte: Autor

A figura 6 demonstra graficamente como o leito do canal do Beiril é alterado em todas os pontos em que há passagem de ruas sobre o curso hídrico. A diminuição do leito em virtude da construção desses objetos é aliada do processo de retenção do material ao longo do canal.

Figura 7: Encontro do canal do Beiril com o rio Amazonas



Fonte: Dados da pesquisa de campo

Como exemplo de alterações antrópicas menos intensas, o curso do canal do Beirol que compreende os Km finais não sofre tanto com o acúmulo por conta dos objetos urbanos, mas, ainda assim, há poluição advinda de despejo irregular de esgoto das residências e de óleo, por conta do alto fluxo de embarcações na área.

Como indicado pela SEMOB e confirmado em pesquisa de campo, a área inicial do canal do Beirol é onde se encontra os pontos de maior acúmulo de detritos, como demonstrado na figura 7. São 14 pontos (sistemas de passagens de ruas) de acúmulo intensivo de detritos identificados em todo o curso hídrico, sendo que apenas dois dos pontos críticos encontram-se na segunda metade do canal, que compreende os 2.5 Km finais.

Figura 8: Pontos de maior acúmulo de detritos



Fonte: Google Earth (2019)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dias atuais a situação do canal pode aparentar não sofrer com problemas significativos o suficiente para gerar grande preocupação tanto para o poder público quanto para as pessoas que moram no entorno do canal, levando em consideração os aspectos de limpeza do curso hídrico que pode ser considerado regular e eficiente segundo a análise realizada por esta monografia e por parte da população entrevistada. Há quatro eixos que devem ser considerados ao analisar a mudança do curso hídrico do canal do Beirol, são eles: alterações físicas do canal, sociedade de entorno, manutenção preventiva e material sólido.

Nesse contexto, as alterações físicas já efetuadas no canal do Beirol podem ser consideradas as ações mais difíceis de serem revertidas, tendo em vista que as ações necessárias para a mudança deste cenário seriam custosas financeiramente aos cofres públicos, que já trabalha com orçamento e pessoal limitados, ou seja, as ruas que para serem construídas precisaram aterrar parte do canal, não serão substituídas por pontes, que seriam tecnologias urbanas mais modernas e que diminuiriam significativamente o impacto no curso hídrico da água, que é a diminuição de seu leito.

A sociedade que mora no entorno do canal precisa passar por um processo de reeducação ambiental, tendo em vista que tal medida visa prevenir a ocorrência de sinistros e melhorar a qualidade de vida desses próprios moradores, além de ajudar diretamente no trabalho de limpeza realizado pela prefeitura. Os moradores têm relativa consciência da necessidade de cuidado com o canal urbano, já que 30% dos entrevistados disse fiscalizar a limpeza e cuidado do curso hídrico, sendo assim, a educação ambiental é uma saída interessante para a sociedade e para o poder público. O trabalho de educação ambiental deve ser realizado de maneira pontual e direta, para que haja execução real das ações propostas.

A manutenção preventiva realizada pela prefeitura de Macapá é um trabalho contínuo que tem sido feito com regularidade e eficiência, mas que ainda pode melhorar. O aumento das equipes de limpeza e aquisição de equipamento mais avançado pode melhorar de maneira significativa a eficiência do trabalho realizado. A limitação financeira do executivo municipal age como fator de impedimento para o aprimoramento dos trabalhos, sendo assim, as ações atuais podem ser

consideradas muito boas, pois apesar das limitações, os trabalhos não param e não há registro de sinistros como alagamentos a muitos anos na área.

O problema com o material no canal é uma combinação dos três eixos apresentados anteriormente, pois para que haja o despejo desses materiais dentro do canal é necessário primeiramente uma ação irregular por parte da população que aliada as características físicas do canal, mais especificamente nos pontos onde há a passagem de ruas ou de pontes, pode gerar pontos de acúmulo críticos que eventualmente ocasionam problemas de alagamento em virtude da interrupção parcial do curso hídrico, porém, as ações de limpeza realizadas pela secretaria tem evitado o acúmulo excessivo desse material, contribuindo com o fluxo natural da água sem que haja interrupção.

Quando combinados os quatro eixos problemáticos do curso hídrico do canal, há a constatação de que a manutenção deste canal urbano precisa ser resultado de um trabalho conjunto, realizado primeiramente pelo poder público enquanto detentor das ferramentas de limpeza e de conscientização da população e pela própria população que deve exercer seu papel fiscalizador e cuidador do curso hídrico urbano, tendo em vista que seu papel é fundamental para a facilitação dos trabalhos realizados pelo executivo municipal e determinante no aumento ou diminuição do impacto sofrido pelo canal, que é utilizado para escoamento de águas que não advém somente dos arredores, mas de áreas mais altas da cidade com impermeabilização já consolidadas.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, Márcio Benedito; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. Aspectos Institucionais e de Financiamento dos Sistemas de Drenagem Urbana. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte - Mg, v. 7, p.29-49, 1 jan. 2002.
- BERTRAND, Georges. PAISAGEM E GEOGRAFIA FÍSICA GLOBAL. ESBOÇO METODOLÓGICO. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [s.l.], v. 8, p.141-152, 31 dez. 2004. Universidade Federal do Parana.
- CARVALHO, Luiz Eugênio Pereira; BITOUN, Jan; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros. CANAIS FLUVIAIS URBANOS: PROPOSTA DE TIPOLOGIAS PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE (RMR). **Revista de Geografia**, Recife, v. 3, p.66-80, set. 2010.
- COSTA, L. M. et al. **Rios cariocas**. In: Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo, VI, Recife, 2002. Anais... Recife: [S.I.], 2002.
- IBGE (BRASIL). **Projeção da população**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/panorama>. Acesso em: 2 set. 2019.
- PORTO, R. et al. Drenagem Urbana. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, Porto Alegre, v. 4, p. 805-848, 1993.
- SANTOS, Pedro Henrique Gomes dos. **A PERCEPÇÃO AMBIENTAL EM RIOS URBANOS: O CASO DO RIO CAPIBARIBE EM SÃO LOURENÇO DA MATA-PE**. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.
- Secretaria municipal de obras e infraestrutura urbana. macapa.ap.gov.br. Disponível em: <http://macapa.ap.gov.br/noticias/secretarias/103-semob>. Acesso em: 05 de set. 2019.
- TUCCI, Carlos. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.5-27, 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v7n1.p5-27>.
- TUCCI, Carlos E. M.; COLLISCHONN, Walter. **Drenagem urbana e controle de erosão**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- VIEIRA, Viviane; CUNHA, Sandra. Mudanças na morfologia dos canais urbanos: alto curso do rio Paquequer, Teresópolis – rj (1997/98 – 2001). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, ano 9, n. 1, 2008.

YU, B.; WOLMAN, M. G. **Some Dynamic Aspects of River Geometry**. Water Resources Research, vol. 23, n° 3: 501-509, 1987.