

# ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM EM TRECHOS DO CANAL DO TUCUNDUBA, NO BAIRRO DA TERRA FIRME EM BELÉM/PA

João Alcebíades Cardoso e Silva <sup>1</sup>  
Marcos Paulo Santos Nunes <sup>2</sup>  
Géssica Cavalcante Zambrano <sup>3</sup>  
Prof<sup>a</sup>. Me. Grazielle Tigre de Souza <sup>4</sup>

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar o escoamento de trechos do canal da bacia do Tucunduba em Belém/PA a fim de verificar se o mesmo atende a demanda atual da região. Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizados levantamentos bibliográficos sobre a temática, utilização de softwares como Google Earth e Google Maps e visitas técnicas nos trechos escolhidos para análise. Assim, com os dados coletados determinou-se a área molhada, perímetro, raio hidráulico, vazão do canal e velocidade de escoamento. Diante disso, os trechos analisados apresentaram resultados positivos, o que se explica pelas recentes obras de macrodrenagem que foram feitas no canal, beneficiando a comunidade local e região. Porém, mesmo com os resultados positivos, deve-se atentar ao acúmulo de resíduos sólidos e crescimento de vegetação nas encostas do canal, pois a longo prazo, tais fatores poderão interferir na fluidez do canal e ocasionar problemáticas mais acentuadas.

**Palavras-chave:** Bacia do Tucunduba; sistema de drenagem; drenagem urbana.

## INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico envolve a circulação contínua de água no sistema Terra-Atmosfera. Em sua essência, o ciclo da água é o movimento da água do solo para a atmosfera e vice-versa. De acordo com Lima (2008) dos muitos processos envolvidos no ciclo hidrológico, os mais importantes são precipitação, interceptação, transpiração, evaporação, infiltração, percolação, escoamento superficial, etc. Diante disso, é importante levar em consideração as águas das precipitações já que é a principal forma

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará - UFPA, [joao.alcebiarde@gmail.com](mailto:joao.alcebiarde@gmail.com);;

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará - UFPA, [marcossn23@gmail.com](mailto:marcossn23@gmail.com);

<sup>3</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará - UFPA, [hikari8149@gmail.com](mailto:hikari8149@gmail.com);

<sup>4</sup> Professora orientadora: Mestre, Faculdade de Engenharia Civil – UFPA, [grazielle\\_tigre@hotmail.com](mailto:grazielle_tigre@hotmail.com);

de obtenção de água doce na terra. Nesse sentido, em média, o mundo recebe cerca de 980 mm a cada ano, tanto nos oceanos quanto nas massas de terra.

Com o aumento da população, o desenvolvimento e urbanização crescem paralelamente a isso, conseqüentemente tem-se a substituição da paisagem natural por superfícies impermeáveis, como estradas, casas, estacionamentos e edifícios que reduzem a infiltração de água no solo e aceleram o escoamento para valas e riachos. Além de aumentar a impermeabilidade, a remoção da vegetação e do solo, a gradação da superfície da terra e a construção de redes de drenagem aumentam os volumes de escoamento e reduzem o tempo de escoamento em córregos devido à chuva e ao degelo. Como resultado, o pico de vazão, o volume e a frequência das inundações aumentam nos riachos próximos (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Desse modo, o processo de drenagem urbana é fundamental para as cidades, visto que o destino adequado das águas fluviais irá garantir um bom saneamento básico como também a minimização de problemas hidráulicos, contudo essa não é uma realidade para a maioria dos polos urbanos. Segundo Castro et al. (2010), as principais causas para os problemas de drenagem estão ligadas ao crescimento desenfreado urbano, a falta de planejamento e manutenção das áreas ambientalmente fragilizadas. Nesse sentido, é primordial trazer soluções e meios estratégicos para a redução destes problemas.

Conforme Gondim (2020), os sistemas de drenagem do Brasil, apresentam uma estrutura limitada a problemas pontuais, logo apresentam falhas e limites pluviométricos. Desse modo, a maioria dos problemas como alagamentos, enchentes e inundações são resultantes desse processo de drenagem falha que não consegue atender todo contingente de águas pluviais, principalmente nessas áreas fragilizadas ambientalmente.

Segundo Botelho e Silva (2010), as obras de canalização e retificação de canais fluviais caracterizam-se como interferências antrópicas, que visam aumentar a velocidade e a vazão dos rios buscando garantir um escoamento rápido dos volumes de água que atingem os canais fluviais. Tais processos são realizados por meio de obras de engenharia que fazem com que os canais percam suas características naturais, modificando as seções transversais e o perfil longitudinal. Estas obras de engenharia (canalização e retificação) buscam aumentar a área da seção transversal, de modo a

umentar a capacidade do canal, embora isso não fosse suficiente para evitar a ocorrência de inundações.

Na cidade de Belém - estado do Pará, é comum nas épocas de chuvas fortes haver marés mais altas que o comum, nesse sentido a união desses dois fenômenos ocasiona os transbordamentos de diversos canais da região, e como consequência a isso surgem problemas como, alagamentos e inundações, devido a essa falta de planejamento de drenagem urbana. Diante do exposto, a presente pesquisa tem por objetivo analisar parâmetros e características do canal do Tucunduba, localizado na cidade de Belém.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O município de Belém, está localizado na região norte do Brasil, e apresenta como características várias áreas de baixada (40% dos terrenos de cota inferior a 4 m), que se distribuem nas 13 bacias hidrográficas localizados na cidade que somadas chegam a 14.175 metros de extensão, entre estas bacias, destaca-se a do Rio Tucunduba, foco do estudo do trabalho. De acordo com os dados da Prefeitura Municipal de Belém (PMB, 2000) o Tucunduba é o principal Igarapé da Bacia, possui 3600 metros de extensão e está localizado na região sudeste da capital paraense. A bacia é responsável pela drenagem dos bairros de Canudos, Montese/Terra Firme, Marco, Universitário e Guamá, tendo uma população aproximada de 161.499 habitantes.

O canal escolhido para a presente análise foi o canal do Tucunduba, no trecho em que o mesmo passa pelo bairro da Terra Firme, atravessando a avenida Celso Malcher. A escolha do local foi feita devido a sua localização estratégica dentro do bairro, visto que o perímetro é uma das principais ligações do bairro com as regiões centrais da cidade. Além disso, o local vem passando por obras que são relacionadas ao projeto de Macrodrenagem da Bacia do Tucunduba.

Figura 1 – Perímetro escolhido para o estudo (Fonte: Google Earth)



Conforme atualizações do Censo 2000, dentre os bairros que se encontram na área de influência da bacia do Tucunduba, o bairro do Guamá é o mais populoso e em segundo lugar o bairro Montese (Terra Firme), como demonstra a Tabela 1.

Tabela 1 – Demografia dos bairros da Bacia do Tucunduba

<b>Bairros</b>	<b>Habitantes (2000)</b>
Guamá	102.161
Montese/Terra Firme	63.823
Marco	63.267
Canudos	14.617
Universitário	2.628

Sendo assim, o bairro do Montese/Terra Firme sofre grande influência da bacia do Tucunduba, tendo grande relevância para a análise da drenagem do canal em questão. Sendo importante destacar que, o bairro teve seu processo de ocupação feito de forma irregular em áreas de várzeas da cidade, adjacentes aos rios da cidade. Estes locais, apresentavam áreas alagadas e com precário saneamento básico. Este fato corroborou para a piora das condições de moradia, afetando a qualidade de vida da população e do meio ambiente. Sendo assim, segundo Kawatoko (2012), a importância da adoção de diretrizes, instrumentos, ações e programas que permitam um adequado gerenciamento dos recursos hídricos, bem como a drenagem em meio urbano, é a forma mais adequada de garantir que as cidades se tornem ambientes mais saudáveis, para uma melhor qualidade de vida.

## METODOLOGIA

O referencial teórico da pesquisa contém as principais discussões teóricas e a trajetória da mesma ao A metodologia adotada, como mostra a Figura 2, consistiu inicialmente de levantamento bibliográfico. Além disso, foi utilizado para efetuar o dimensionamento do canal, cálculo velocidade e vazão, declividade e outras análises para o dimensionamento de um canal. Também, foi realizado um levantamento dos dados obtidos por fotos e por ferramentas online como auxílio. O software utilizado para a obtenção da declividade do terreno foi o Google Earth Pro. Além disso, com o aparelho de trena a laser, foi possível obter a largura do canal ( que varia ao longo de sua extensão), e como também para a obtenção da profundidade foi-se utilizado um fio acoplado ao um peso, e por fim para a medição da extensão do canal foi usado o Google Maps como ferramenta de auxílio.

Figura 2 – Etapas Metodológicas da Pesquisa (Fonte: Autores)



Tendo como objetivo analisar a eficiência do canal, foram definidos, previamente, determinados parâmetros para a realização dos cálculos. O estudo de caso foi realizado com a divisão de três trechos com suas respectivas dimensões. Em cada trecho calculou-se a área molhada, perímetro e raio hidráulico. Para os cálculos de vazão do canal e velocidade de escoamento, utilizou-se as equações de Strickler e da continuidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do exposto, foram realizadas visitas técnicas na localidade do estudo a fim de se obter as características da localidade, como também as dimensões do canal e problemas que estivessem diretamente ligados à usabilidade do canal. Após análise inicial, identificou-se que umas das problemáticas do referido canal é a grande presença de vegetação no interior do mesmo (Figura 3). Tal vegetação acarreta na obstrução

parcial do escoamento da água, visto que torna a área mais suscetível à acumular resíduos sólidos que por ventura estejam presentes no canal.

Figura 3 - Vegetação no Canal do Tucunduba. (Fonte: Autores)



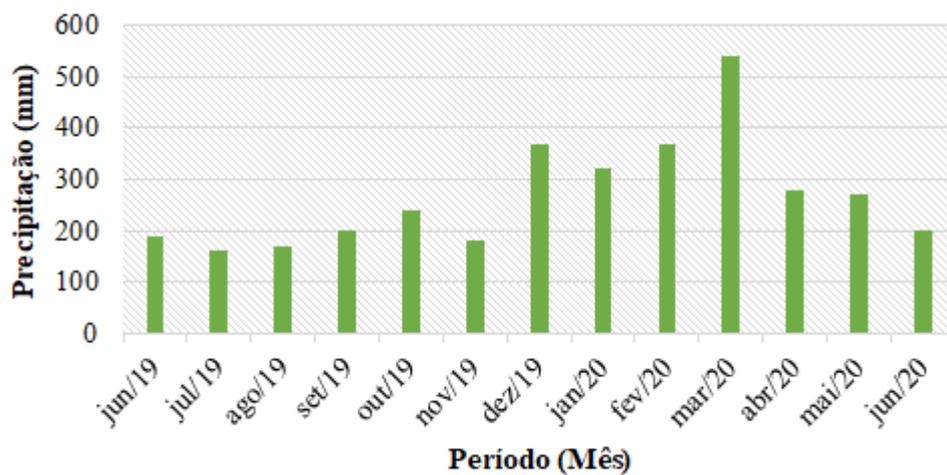
Vale ressaltar ainda que no período de desenvolvimento deste estudo foram realizadas obras de macrodrenagem em trechos do canal do Tucunduba já que este é fundamental para bairros como a Terra Firme, Guamá, Canudos e Marco. Tal processo de urbanização e aplicação de infraestrutura foi implantado com o intuito de evitar alagamentos na área. Desta forma, foi realizada a limpeza de grande parte da bacia para entrega do projeto.

É possível observar ainda que o nível da água presente no canal está 1,5m abaixo do seu nível normal (Figura 4), devido ao período do ano em que a medição foi feita (maio/2021), a partir dos meses de abril e maio o índice pluviométrico da região tende a decair, diminuindo a precipitação e consequentemente a quantidade de água nos canais.

Figura 4 - Ponte sobre o canal do Tucunduba, na Av. Celso Malcher. (Fonte: Autores)



Gráfico 1 - Precipitação mensal do bairro do Montese/Terra Firme. (Fonte: Autores)



Assim, para fazer a análise do canal foram feitos os cálculos levando em consideração as dimensões dos trechos escolhidos (Figuras 5, 6 e 7), para obter a área molhada, o perímetro, raio hidráulico, vazão e velocidade de escoamento do canal, obtendo os resultados conforme as Tabelas 2, 3 e 4.

Figura 5 - Ilustração do Trecho 1 do canal.

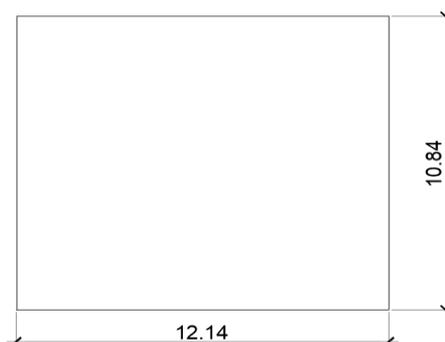


Tabela 2: Cálculo do Trecho 1 do canal.

Equação	Resultado
Área molhada (m <sup>2</sup> )	$A = 5,45 \times 17,25 = 94,01$
Perímetro molhado (m)	$P = 5,45 + 17,25 \times 2 = 39,95$
Raio hidráulico (m)	$A = 94,01 / 39,95 = 2,58$
Vazão do canal (m <sup>3</sup> /s)	$Q = 94,01 \times 60 \times 2,58^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$ $Q = 474,51$
Velocidade do escoamento (m/s)	$V = 474,51 / 94,01 = 5,04$

Figura 6 - Ilustração do Trecho 2 do canal.

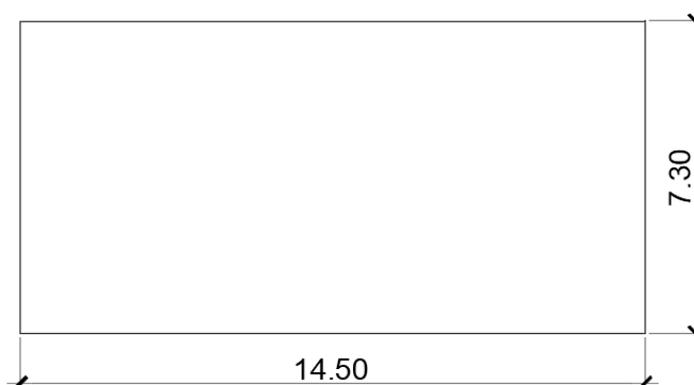


Tabela 3: Cálculo do Trecho 2 do canal.

Equação	Resultado
Área molhada (m <sup>2</sup> )	$A = 7,30 \times 14,5 = 105,85$
Perímetro molhado (m)	$P = 7,30 + 14,5 \times 2 = 36,3$
Raio hidráulico (m)	$A = 105,85 / 36,3 = 2,91$
Vazão do canal (m <sup>3</sup> /s)	$Q = 105,85 \times 60 \times 2,92^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$ $Q = 578,92$
Velocidade do escoamento (m/s)	$V = 578,92 / 105,85 = 5,47$

Figura 7 - Ilustração do Trecho 3 do canal.

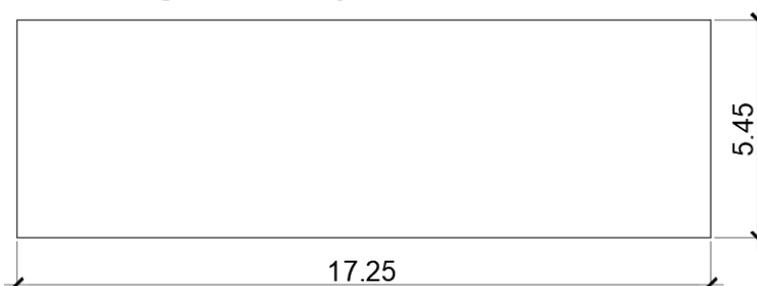


Tabela 4: Cálculo do Trecho 3 do canal.

Equação	Resultado
Área molhada (m <sup>2</sup> )	$A = 10,84 \times 12,14 = 131,59$
Perímetro molhado (m)	$P = 10,84 + 12,14 \times 2 = 35,12$
Raio hidráulico (m)	$A = 131,59/35,12 \text{ m} = 3,75$
Vazão do canal (m <sup>3</sup> /s)	$Q = 131,59 \times 60 \times 3,75^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$ $Q = 852,26$
Velocidade do escoamento (m/s)	$V = 852,26/131,59 = 6,47$

Com os cálculos de vazões do canal obtidos, verificou-se que a vazão aumenta devido ao crescimento da área de escoamento para as águas de origem pluvial, ou seja, o fluxo de escoamento cresce para melhor suprir a demanda das águas da área estudada. Isso se explica pelo fato da largura do canal aumentar no decorrer do perímetro do canal.

Desse modo, para o cálculo de vazão da bacia do Tucunduba, foi utilizada a fórmula.

$$Q = \frac{I * C * A}{3,6}$$

Onde:

**I** = índice de precipitação da localidade;

**C** = coeficiente de infiltração da área;

**A** = área de escoamento em que o canal é responsável pela drenagem.

Devido a falta de informações e dados sobre a área, o cálculo de vazão necessária torna-se inviável de ser feito. Assim, percebe-se que devem ser feitas mais pesquisas e levantamento de informações a respeito da Bacia do Rio Tucunduba. Ao fazer a análise das vazões, pode-se deduzir que a vazão nos trechos do canal atende de forma satisfatória à demanda do volume das águas pluviais da região. No entanto, devido ao lançamento de resíduos sólidos e a falta de manutenção, pode haver a diminuição da largura do canal devido ao acúmulo de sedimentos. Com isso, poderá acontecer inundações no bairro, sendo ainda mais intensificada nos períodos do ano de maior precipitação na região combinados com a maré alta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, concluiu-se que o trecho do canal da bacia do Tucunduba atende a demanda atual do bairro. Isso se deve pelas recentes obras de macrodrenagem do canal, que trouxe benefícios para a comunidade local. No entanto, observou-se que não há manutenção no trecho analisado, visto que, há acúmulo de resíduos sólidos no entorno do canal e crescimento de vegetação nas encostas do mesmo, propiciando, em longo prazo, o estreitamento da largura do canal. Podendo trazer como consequência inundações, alagamentos e enchentes, prejudicando, de forma direta, a sociedade local.

Tendo em vista os dados coletados e discutidos, várias ações são necessárias para o bom funcionamento e desempenho do canal, no qual pode-se citar um maior direcionamento de verbas públicas para a manutenção da infraestrutura existente, um fluxo de coleta de lixo efetivo que atenda a necessidade local evitando o acúmulo de resíduos em torno do canal. Além disso, são necessárias mais pesquisas na área, tendo em vista que, não há informações suficientes e atuais sobre a área de estudo.

## REFERÊNCIAS

BOTELHO, R.G.M & SILVA, A.S. (2010) Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: GUERRA, A.J.T. e VITTE, A.C. (orgs). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3.ed.

VAREJÃO-SILVA, M.A. (2006) Meteorologia e Climatologia. Versão Digital, Recife. 2.ed. LIMA, W.P. (2008) **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2.ed.

CASTRO JUNIOR, B.; MOREIRA, S.; DOS SANTOS, M. A. BB. Interface entre o Jornalismo e Urbanização: os problemas da drenagem pluvial nos centros urbanos. **Revista Fragmentos de Cultura-Revista Interdisciplinar de Ciências Humanas**, v. 20, n. 4, p. 455-464, 2010.

**GONDIM, L. S. F. Sistema de drenagem urbana para captação, transporte e desague de águas pluviais: um estudo de caso sobre a avenida São Carlos, situada no bairro Olho D'água em cidade de São Luís. 2020.**

**KAWATOKO, I.E.S. Estabelecimento de cenários de medidas estruturais e não estruturais para gestão das águas urbanas na escala de lote/ Ivie Emie Sakuma Kawatoko; orientador: Eduardo Mario Mediondo, São Carlos, 2012.**