

MODELAGEM MATEMÁTICA



O CANAL DO MATA FOME:

Uma investigação matemática

Eduarda Cristina Franco machado
Fabio Jose da Costa Alves
Roberto Paulo Bibas Fialho
Ana Kelly Martins da Silva

Belém
2024

Clay Anderson Nunes Chagas
Reitor da Universidade do Estado do Pará

Ilma Pastana Ferreira
Vice-Reitora Universidade do Estado do Pará

Jofre Jacob da Silva Freitas
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Anderson Madson Oliveira Maia
Diretor do Centro de Ciências Sociais e Educação

Pedro Franco de Sá
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática

Ana Kely Martins da Silva
Coordenadora de Ensino

Diagramação e Capa: Os Autores – Adaptação: figura do site
<https://www.oliberal.com/belem/moradores-do-entorno-da-bacia-do-mata-fome-convivem-com-poluicao-e-alagamentos-e-esperam-mudancas-1.478646/> Revisão: Os Autores

Machado, Eduarda Franco; ALVES, Fábio José Costa da; FIALHO, Roberto Paulo Bibas; SILVA, Ana Kelly Martins da.

CANAL DO MATA FOME: Uma investigação matemática.

Produto Educacional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, (PPGEM/UEPA), 2024.

ISBN: 978-65-5291-000-4

Ensino de Matemática. Modelagem. Polinômios. Canal.

SUMÁRIO

Apresentação.....	4
Mergulhando no assoreamento urbano: um desafio ambiental nas cidades.....	5
Um olhar detalhado no "Canal Mata Fome": Localização, história e importância.....	6
Analisando o Problema do Assoreamento no "Canal Mata Fome": Uma Investigação Matemática.....	10
Referências bibliográficas.....	14
Informação dos autores.....	15

1. Apresentação:

Como apreciadores de bons balneários, a maioria de nós já vimos, ouvimos ou desfrutamos de rios, lagos e lagoas de boa qualidade, onde viviam ou vivem algumas espécies de peixe, que foi de uso por muitas gerações como de nossos pais ou avós, tanto para seu lazer quanto para fonte de subsistência. Assim, destacamos o igarapé do mata fome, que recebeu este nome pela sua importância de outrora oferecer um meio a matar a fome, principalmente de famílias menos favorecidas.

Contudo, infelizmente, hoje este igarapé se tornou um canal impróprio para banho ou consumo, e sem vida, oferecendo a população do entorno apenas transtorno e doenças, além da tristeza de comparar a história vivida anteriormente..

Este fato ocorre principalmente em áreas urbanas. Ocasionalmente, em sua maioria, pela poluição e pelo assoreamento dos rios. E é sobre este segundo aspecto que iremos tratar mais especificamente, nesta obra.

Situado na cidade de Belém do Pará, a qual é banhada pelo rio Guamá e pela Baía do Guajará, possui uma beleza singular, cercada de muitos canais e rios, que historicamente foram transformados pelo avanço urbano. Os lagos transformados em canais, são os mais atingidos pelo assoreamento, visto que, ficam ‘espremidos’ conforme as construções ao redor crescem.

Ao olhar esta realidade, motivou-se o seu estudo e a sua compreensão para o uso futuro na docência, de modo a conscientizar e despertar a sociedade para a mudança desta vivência, além de propiciar interesse aos envolvidos por ser uma realidade vivenciada pelos participantes.

2. Mergulhando no assoreamento urbano: um desafio ambiental nas cidades

O assoreamento é um fenômeno de acúmulo de sedimentos e detritos sobre o leito do rio ou canais. Os principais fatores de identificação deste fenômeno são: diminuição da profundidade, existência de bancos de areia, mudança de cor e curso d'água.

Dentre os fatores contribuintes a este evento temos o desmatamento de matas ciliares, que são de suma importância para o combate e controle do assoreamento, pois a vegetação, controla o solo ao redor para que fique firme, ou seja, continue no local de origem. Além de compor o ecossistema próprio do local e evitar outro grande fator que seria a erosão do solo. Logo sem a vegetação o solo fica mais suscetível a este outro fenômeno.

Destacamos também a ocupação desordenada ao entorno dos rios e lagos, que compromete sua fluidez e adiciona mais sedimentos deste a sua construção como madeiras, deslocamento de solo que ajudará a amontoar ainda mais sedimentos e a falta de saneamento básico, como esgoto e coleta seletiva, que trará mais poluição e acúmulo de lixo.

Tais acontecimentos ocasionarão a intrafegabilidade destes rios e lagos, dificuldade de locomoção de espécies fluviais e sua evasão, tendo assim uma grande perda da diversidade local.

Em caso de fortes chuvas, o rio, lago ou igarapé terá propensão a enchentes, visto que, o espaço onde corriam as águas está sendo ocupado pelos sedimentos. Este por sua vez, será agora um meio de propagação de doenças, por carregar os dejetos despejados e o lixo acumulado, que poderíamos classificar como um evento cascata.

3. Um olhar detalhado no "Canal Mata Fome": Localização, história e importância

Localizado ao norte da cidade de Belém do Pará, compreendido pelos bairros de Pratinha, Tapanã, São Clemente e Parque verde, a Bacia Hidrográfica do Mata Fome - BHMf, com área de aproximadamente 14 m^2 e uma população em torno de 54 mil habitantes, segundo a Prefeitura Municipal de Belém, a área é suscetível ao acúmulo de águas, devido às intensas chuvas e ao aumento das marés, seu curso é típico de várzea amazônica com terrenos baixos e planos.

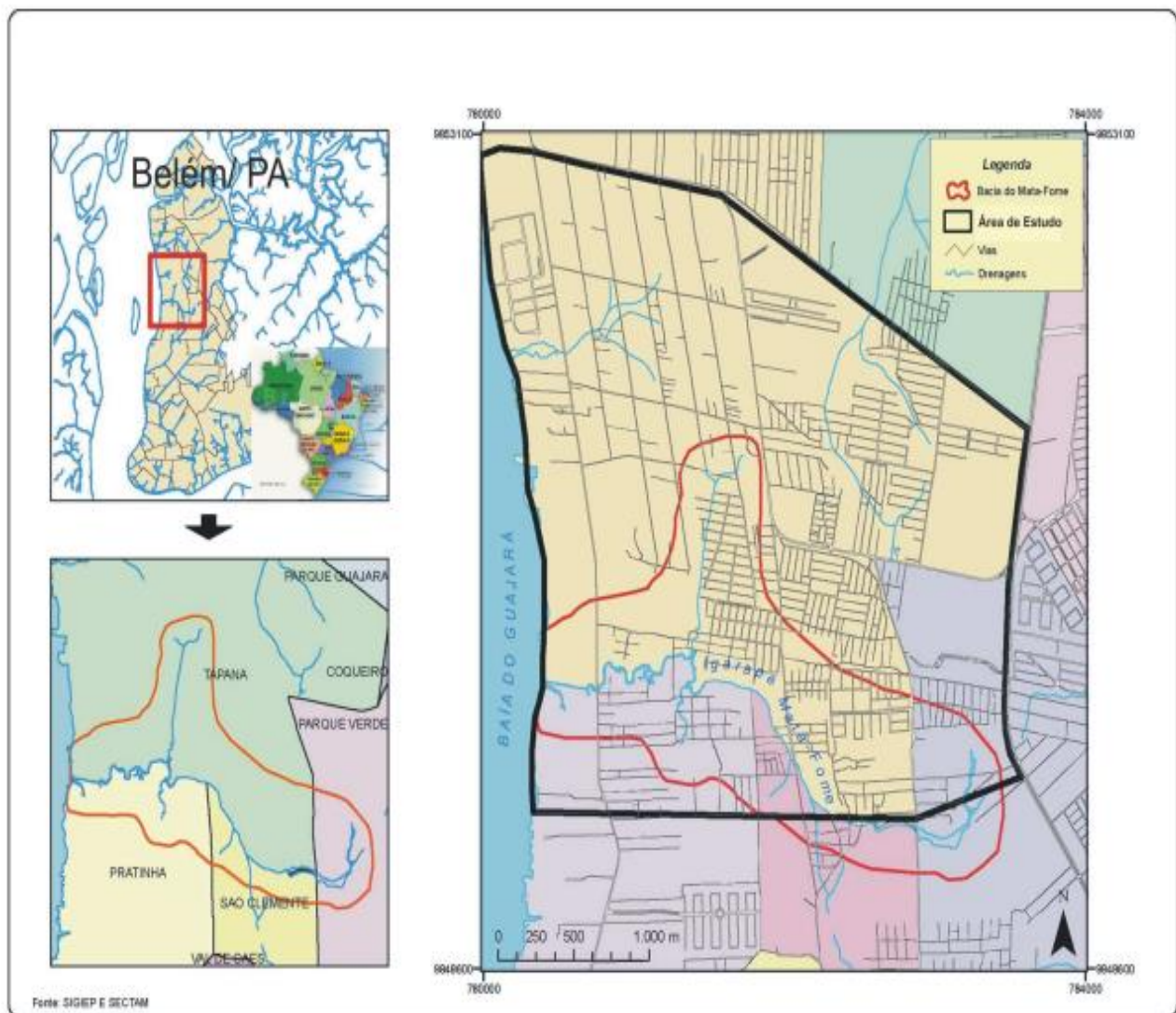


Figura 1: Mapa de localização da Bacia hidrográfica do Igarapé do Mata Fome

Fonte: Craveiro(2007)

A sua ocupação iniciou da década de 80, pela população mais carente advinda do interior do estado, pelo entorno da bacia em busca de recursos hídricos e atividade de pesca, com o avanço da ocupação desordenada aliada a falta de saneamento básico, o

igarapé se tornou cada vez mais poluído e atualmente está com apenas uma pequena parte navegável, na sua foz, conforme figura seguinte.



Figura 2: Foz do igarapé do Mata Fome
Fonte: Rodrigues(2017)

Os alagamentos são corriqueiros, certos sempre que ocorrem chuvas torrenciais do período de inverno e também no verão, onde o volume de água não tem vazão e por estar em nível mais baixo do ponto do rio. Como observamos na imagem seguinte retratando a situação próximo a uma área escolar.



Figura 3: Canal do Mata Fome em meio a residências.
Fonte: agência belém



Figura 4: Rua São Clemente após uma forte chuva.
Foto: Wagner Santana/Diário do Pará.

A figura 4 retrata o mesmo perímetro da figura 3, após uma forte chuva podemos mensurar como a paisagem se modifica e os transtornos ficam aparentes.

De acordo com informações de moradores da área, a rua já está alagada há pelo menos três dias, desde a última segunda-feira (13), já que a água não tem para onde escoar e o curto intervalo entre as chuvas não permite a secagem.(DIÁRIO DO PARÁ, 15/03/2023)

Por seguinte, apresentamos dados de estudos realizados por Rodrigues, Costa e Marinho(2018) sobre os índices de precipitação na região de Belém, onde abrangem nossa área pesquisada.

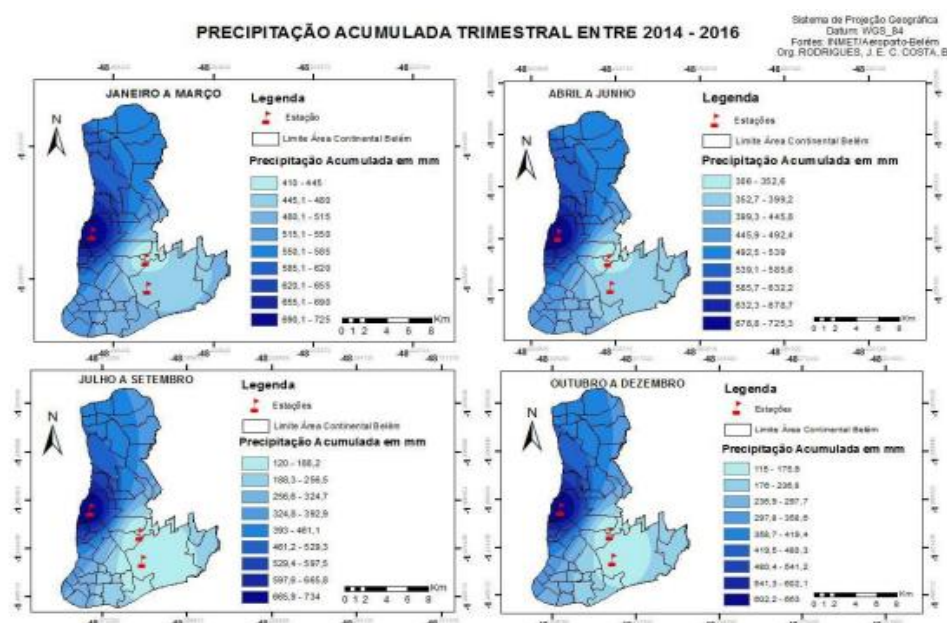


Figura 5: Índices de precipitação
Fonte: Rodrigues, Costa e Marinho(2018)

Analisando as imagens, demonstra-se que as bacias que receberam maiores volumes de chuva foram as bacias do Una e Mata Fome, demonstrando ser um ponto que sofre bastante com os transtornos advindos dos alagamentos.(Rodrigues e Da luz 2021).

Quando a água precipita em volume acima do esperado, principalmente em ambiente densamente ocupado no perímetro urbano, uma das consequências são os grandes riscos de doenças, que à população principalmente de famílias assentadas precariamente estão sujeitas, perdas de bens materiais e desvalorização dos imóveis (RODRIGUES E DA LUZ, 2021)

Segundo PROMABEN (2020), a extensão dos canais que estão na bacia do Mata fome, totalizam 11.098 m de extensão, que possuem cerca de 11,8% das estruturas executadas em Belém, onde predomina-se tipo de revestimento Natural A, isto é, de laterais e fundo natural, como observamos na imagem seguinte.



Figura 5: Canal do igarapé Mata Fome
Fonte: Consórcio EGIS/AMPLA(2019)

4. Analisando o Problema do Assoreamento no "Canal Mata Fome": Uma Investigação Matemática

Com a sediação da 30ª Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP 30) em Belém- Pa, em novembro de 2025, se iniciará obras de macrodrenagem ns BHMF, que pretende eliminar os alagamentos nas áreas de moradia, além de construir píer, pórticos, áreas navegáveis, espaços de lazer, estacionamentos e ciclovias, e a recuperação da mapa ciliar.

O empreendimento, e a situação descrita anteriormente, nos instiga a modelar esta realidade fazendo uma análise matemática aos assuntos que surgem ao estudá-lo. Obtemos entre eles o volume de água suportado com a obra, utilizando conhecimento matemático de volume e área de figuras planas.

[...]os problemas e seus estudos é que determinavam que caminhos matemáticos, que conteúdos conhecidos ou por aprender, quais técnicas ou procedimentos matemáticos teriam de ser “explorados”- e estudados, pelos aluno: eram na verdade instrumentos necessários para se aprender sobre o problema.(MEYER, CALDEIRA, e MALHEIROS,2011, p. 15-16)

Conforme o ensino de Matemática por meio da Modelagem a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. (BRASIL, 2017, p. 266)

Desta forma, destacamos a modelagem seguinte como um excelente recurso didático de ligação entre a matemática escolar e a do cotidiano, por oferecer as ferramentas necessárias para “ler o mundo” e tentar entendê-lo analisando seus aspectos, como afirma Meyer, Caldeira, e Malheiros (2011).

O projeto é descrito pela imagem seguinte, onde podemos observar três principais tipos de construções: seção do trecho a jusante, área de uso comum e seção do trecho a montante.

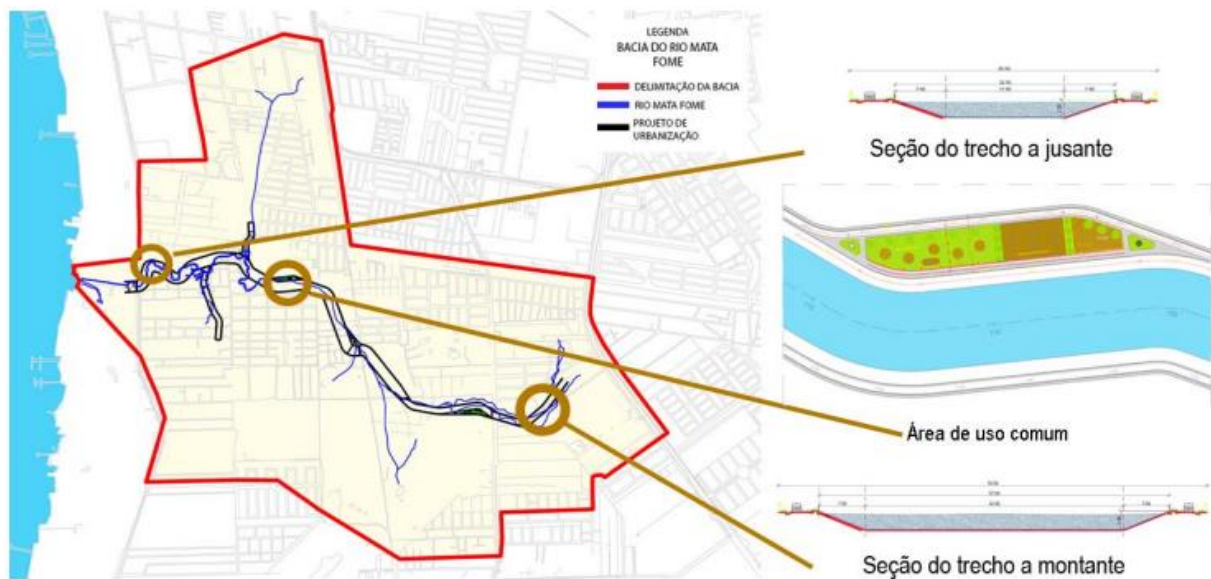


Figura 6- Projeto de macrodrenagem da Bacia do Mata Fome

Fonte: SESAN(2013)- Elaboração: Thales Miranda(2016)

Observamos duas regiões trapezoidais com bases distintas e uma outra região retangular, onde para o cálculo das mesmas utilizamos a forma matemática, $Volume = \text{área da base} \cdot \text{altura}$.

Desta forma, seguindo ao projeto, podemos calcular o volume comportado, utilizando esta fórmula da seguinte forma:

Volume Trapezoidal: $\frac{(Base\ maior + base\ menor) \times altura}{2} \times Comprimento$, ou ainda,

$$Vol_{trapezoidal} = \frac{(B+b) \cdot h}{2} \cdot comprimento$$

Volume Retangular: Comprimento x largura x profundidade, ou ainda,

$$Vol_{retangular} = c \cdot l \cdot p$$

Como as duas regiões trapezoidais tem tamanhos distintos podemos modelar:

$$Vol_{trapezoidal\ a\ jusante} = \frac{(B_1 \times b_1)}{2} \times p$$

$$Vol_{trapezoidal\ a\ montante} = \frac{(B_2 \times b_2)}{2} \times p$$

Somando todos os volumes obtemos:

$$\frac{(B_1 \times b_1)}{2} \times p + \frac{(B_2 \times b_2)}{2} \times p + C. l. p =$$

$$\frac{(B_1 \times b_1)p + (B_2 \times b_2)p}{2} + c.l.p$$

Para realizar tal cálculo vamos modelar o problema com 11.098 m de extensão dos canais desta bacia, dividindo a figura em quatro partes, destacadas em preto, isto é , $11098 \div 4 = 2774,5$

Assim teremos, uma parte de extensão a volume trapezoidal a jusante, duas partes de volume retangular, e uma parte de extensão de volume trapezoidal a montante.

Logo,

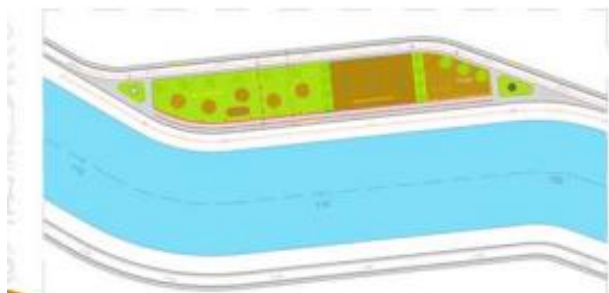
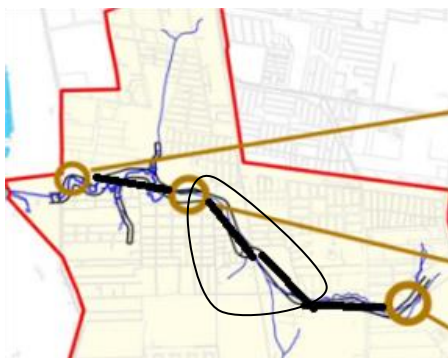
$Vol_{\text{trapezoidal a jusante}} =$

$$\frac{(32,50 + 27,50) \times 3,50}{2} \times 2774,5 = 291.322,5 \text{ m}^3$$

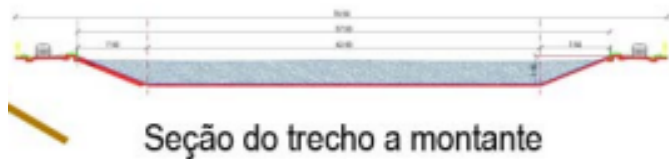


Seção do trecho a jusante

O comprimento de área comum retangular possuiria duas partes do todo destacado abaixo, logo $2774,5 + 2774,5 = 5549 \text{ m}$ de comprimento.



$$Vol_{\text{retangular}} = 32,50 \times 3,50 \times 5549 = 631.198,75 \text{ m}^3$$



$$E Vol_{\text{trapezoidal a montante}} = \frac{(47,50+42,50) \times 3,50}{2} \times 2774,5 = 436.983,75 \text{ m}^3$$

Somando os volumes, temos:

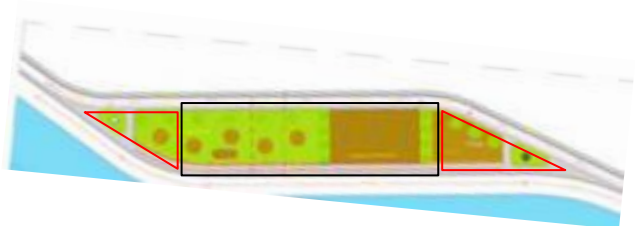
$$291.322,5 + 631.198,75 + 436.983,75 = 1.359.504,25 \text{ m}^3,$$

$$\text{Transformando para litro, } 1.359.504,25 \text{ m}^3 \rightarrow 1.359.504.250 \text{ dm}^3 \rightarrow 1.359.504.250 \text{ l}$$

Assim, utilizamos as fórmulas de volume em um exemplo prático, em nossa vida social, e verificamos sua importância para planejamento e ações quer sejam particulares ou coletivas, como neste caso, deixamos como sugestão de continuação a este verificar o valor de chuva desta bacia, para saber se este projeto seria capaz de solucionar as inundações.

Quanto às demais obras a serem realizadas como praças e áreas residenciais, ainda é possível o cálculo de suas áreas, a depender do formato do local, a exemplo o descrito no projeto temos:

Conforme a imagem, observamos uma região retangular e outras duas regiões triangulares de onde podemos destacar, o cálculo de suas áreas pelas fórmulas.



Área do retângulo = comprimento x largura

$$\text{Área do triângulo} = \frac{\text{comprimento} \times \text{largura}}{2}$$

Chamando o comprimento apenas por c e a largura por l, teremos:

$$\text{Área do retângulo} = c.l \text{ e área do triângulo} = \frac{c.l}{2}$$

E somando as regiões teremos: 1 região retangular + 2 regiões triangulares

$$c + l + \frac{c.l}{2} + \frac{c.l}{2} = c + l + 2 \frac{c.l}{2} = c + l + c + l = 2c + 2l$$

Com esta atividade pretende-se que o aluno compreenda que somamos os termos semelhantes na soma, isto é, comprimento com comprimento e largura com largura, quando ainda não sabemos suas medidas.

Este conhecimento pode ser atrelado ao conceito de polinômios, onde as operações de soma são realizadas somente com termos semelhantes.

Aqui finalizamos esta obra deixando a critério do leitor a avaliação deste, de forma que os alunos inseridos nessa realidade ao utilizar a matemática como auxílio à compreensão dos fenômenos observados e às intervenções futuras nesta região, pretende-se que se sintam instigados à busca de conhecimento e tenham novos olhares a matemática.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Versão 2018.

COSTA, Ana Laura. **Chuvam causam transtornos aos moradores do Tapanã**. Grande Belém , Belém, ano 2023, v. 1, 15 mar. 2023. Parte do jornal, p. 1-34. Disponível em: <https://diariodopara.com.br/para/chuvam-causam-transtornos-aos-moradores-do-tapana-veja-fotos/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

CRAVEIRO, G. S. 2007. **Construção de Um Sistema de Informação Geográfica como Ferramenta de Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Igarapé Mata Fome, Belém, PARÁ**, Centro de Geociências, UFPA, 147p. (Trabalho de Conclusão de Curso).

EGIS/AMPLA,2019.

MELLO, Luiza. **Empréstimo para drenagem da Bacia do Mata Fome é aprovado**. Belém, ano 2023, v. 1, 13 dez 2023. Disponível em: <https://dol.com.br/noticias/para/800298/moradores-do-tapana-ainda-sofrem-com-o-alagamento?d=1>. Acesso em 15 nov. 2024.

MEYER, João Frederico da C. de A., CALDEIRA, Ademir Donizeti & MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem em Educação Matemática**. Coleção Tendências da Educação Matemática, Editora Autêntica, Belo Horizonte, 2011.

RODRIGUES, Suzana Teixeira. **Cenário das outorgas de lançamento de esgoto concedidas em Belém-Pa**. Dissertação, 2017.

RODRIGUES, Roberta Menezes, TAVARES Ana Carolina de Miranda & MIRANDA, Thales Barroso, **IV enanparq: Urbanizar as “baixadas”: experiências de projetos de urbanização de assentamentos precários em áreas de preservação permanente em Belém (Pa)**. 2016

Informação dos autores

EDUARDA CRISTINA FRANCO MACHADO – Possui Graduação em Licenciatura em Matemática (2022) pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Especialista em Educação Digital e Metodologias Ativas (2024) pela Universidade Federal do Pará (UFPA), cursa Mestrado em Ensino da Matemática na Universidade do Estado do Pará. Docente em instituições particulares no nível fundamental II e médio, E-mail: eduardamatematica@gmail.com.



ROBERTO PAULO BIBAS FIALHO- Bacharel em Arquitetura e Urbanismo (UNESPA); Licenciado em Educação Artística (UFPA); Especialista em Ensino Superior (UNAMA); Especialista em Design de Móveis (UEPA); Mestre em Planejamento do Desenvolvimento (NAEA/UFPA); Doutor em Educação em Ciências e Matemática (IEMCI/ UFPA). Docente Adjunto do CCSE/ UEPA, atuante nos cursos de Graduação (Matemática e Secretariado) e Pós-Graduação (Especializações e Mestrado em Ensino de Matemática), trabalhando disciplinas de Metodologia Científica e da Pesquisa, bem como optativas de Educação Matemática e Desenho. Email: rpbibasfialho@uepa.br



FÁBIO JOSÉ DA COSTA ALVES - Licenciatura em Matemática pela União das Escolas Superiores do Pará, Licenciatura em Ciências de 1º Grau pela União das Escolas Superiores do Pará, Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará. Docente do Mestrado em Educação/UEPA e Docente do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática/UEPA. Líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Matemática e Tecnologias. Experiência em desenvolvimento de software educativo para o ensino de matemática Possui Doutorado e Mestrado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará e Pós-Doutorado pelo Programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Email: fjca@uepa.br



ANA KELY MARTINS DA SILVA- Possui graduação em Pedagogia pela UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ (1992), É especialista em Metodologia da Educação Superior pela PUC/ MG. Mestrado em Ciências da Educação Docência Universitária - IPLAC (2000) . Doutorado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2010). É pós doutorado em Educação com ênfase em Psicologia cognitiva pela Universidade de Flores- Buenos Aires (2020).É professora adjunto IV da Universidade do Estado do Pará (UEPA) desde 1994. É Diretora do Desenvolvimento de Ensino da UEPA (desde outubro de 2023) Nesta IES atuou como Diretora de Pesquisa (2001- 2006); Chefe do Departamento de Educação Geral; Assessora Pedagógica do PROGESTÃO. Atualmente atua como docente nos cursos de licenciatura e no Mestrado Profissional de Matemática. Foi concursada da SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO de 1991 até 2022, onde já atuou como: professora dos anos iniciais; gestora escolar; coordenadora pedagógica; formadora do ISEBE; técnica do Conselho Municipal de Educação e técnica da SEMEC/ SEDE. Possui experiência na área de Educação, com ênfase em Universidade e Pesquisa, atuando principalmente nos seguintes temas: projeto político- pedagógico, educação superior, gestão escolar, planejamento, avaliação da aprendizagem e currículo. Integra o grupo de pesquisa: Grupo de Estudos em Cognição e Educação Matemática.Email: anakely2@yahoo.com.br

