

2024

CUBANDO CONSCIÊNCIA: Desvendando o Volume de Sólidos e a Gestão do Lixo no Bairro



***Vitor Vasconcelos Silva
Fábio José da Costa Alves
Roberto Paulo Bibas Fialho***

Belém

Clay Anderson Nunes Chagas
Reitor 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

Natanael Freitas Cabral
Departamento de Matemática, Estatística e Informática

Diagramação e Capa: Compilação dos Autores (sites: <https://www.hivecloud.com.br/wp-content/uploads/2021/09/cubagem-1400x460.png>; <https://rodoquick.com.br/wp-content/uploads/2023/05/Como-calculer-o-fator-de-cubagem.jpg>; https://www.odemocrata.com.br/geral/wp-content/uploads/sites/7/2019/09/trash-2497064_340.jpg)
Revisão: Os Autores

SILVA, Vitor Vasconcelos; ALVES, Fábio José da Costa; Fialho, Roberto Paulo Bibas.
CUBANDO CONSCIÊNCIA: Desvendando o Volume de Sólidos e a Gestão do Lixo no Bairro.

Livreto Educacional de Modelagem para o Ensino de Matemática do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, (PPGEM/UEPA), 2024.

ISBN: 978-65-84998-93-3

Modelagem Matemática. Geometria Espacial. Volume de Sólidos. Gestão do Lixo.
Cubagem

Sumário

1 APRESENTAÇÃO	04
2 DESVENDANDO O LIXO NO BAIRRO	05
2.1 Definição de lixo	05
2.2 Impactos ao meio ambiente	09
2.3 Desafios na coleta de lixo no bairro	11
2.4 Importância da coleta de lixo para saúde pública.....	12
3 A CIÊNCIA DA CUBAGEM	14
3.1 Cubagem de recipientes de coleta de lixo.....	15
3.2 Estimativa de lixo produzido por um brasileiro.....	18
3.3 Forma de estimar a quantidade de lixo em seu bairro.....	19
3.4 Capacidade de transporte do lixo e o volume de lixo do bairro.....	22
3.5 População do bairro conforme o último censo.....	23
4 MODELANDO PARA TRANSFORMAR O BAIRRO	25
4.1 Propor modelagem matemática da produção de lixo e a coleta em sua rua.....	25
4.2 Propor modelagem matemática da produção de lixo e a coleta em sua quadra.....	26
4.3 Propor modelagem matemática da produção de lixo e a coleta em seu bairro.....	26
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	28
6 LISTA DE FIGURAS	30

1 APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi elaborado com o propósito de guiar os professores durante as aulas de matemática para o ensino do **Cálculo do Volume**, assunto que corresponde a um dos tópicos da **Geometria Espacial**, o qual faz parte do conteúdo do 3º ano do Ensino Médio. O professor de matemática poderá aplicar no decorrer das aulas baseando-se na realidade do aluno, fazendo uso da **modelagem matemática** por meio da **cubagem** de lixo na localidade em que cada aluno mora, sabendo que essa é uma realidade comum a todos os alunos e não possui um equipamento que possa medir essa estimativa.

Buscamos contribuir para a implementação dessa metodologia em sala de aula, obedecendo aos princípios da BNCC e garantindo que o aluno seja o **agente do seu próprio** conhecimento como podemos ver em (BRASIL, 2017, p. 327)

“É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza.”

Com a **modelagem matemática** é possível explorar os processos matemáticos de resolução de problemas, investigação, desenvolvimento de projetos como formas privilegiadas de atividade matemática. Nesse sentido, buscamos mostrar nesse trabalho como fazer uso da modelagem matemática em uma abordagem que permite conectar conceitos matemáticos com situações do **cotidiano**. Sendo assim, no contexto do **lixo** e do problema ambiental, é possível explorar a modelagem matemática de várias maneiras, uma delas trata-se da abordagem a cerca da **cubagem do lixo** no bairro em que o aluno reside, levando em consideração as orientações da BNCC de 2018 e propondo meios para o aluno desenvolver seu raciocínio,

“modelar situações diversas por meio da linguagem específica da matemática – verificando que os recursos dessa linguagem são mais apropriados e seguros na busca de soluções e respostas – e, ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento de seu próprio raciocínio.” (BRASIL, 2018, p. 529)

Neste trabalho mostraremos uma forma para obtenção de um modelo que descreve matematicamente um fenômeno da realidade. O caminho para construção desse modelo faz com que o aluno possa compreender e estudar, gerando hipóteses e reflexões sobre o processo de cubagem do lixo no bairro. Com finalidade didática para o ensino-aprendizagem de matemática em sala de aula.

Portanto, este trabalho vem acrescentar ao ensino da matemática uma forma de utilizar a **Modelagem Matemática** como uma ferramenta para que o aluno possa entender e prever o comportamento de **sistemas complexos**, permitindo, na maioria das vezes, a criação de modelos matemáticos que representam sistemas reais de forma

simplificada e a realização de simulações computacionais para análise e tomada de decisões.

2 DESVENDANDO O LIXO NO BAIRRO

A **modelagem matemática** é uma abordagem que permite conectar conceitos matemáticos com situações do cotidiano. Aproximando a sala de aula da realidade enfrentada pelas pessoas, tornando o aprendizado mais significativo para o aluno. No contexto do lixo ela oferece uma abordagem prática e relevante para explorar questões relacionadas ao lixo e ao meio ambiente, tornando o aprendizado de matemática mais envolvente e aplicável. Por isso, é de extrema importância o aluno fazer uma análise da situação do lixo em seu bairro, iniciando pela rua onde mora, depois pela sua quadra inteira e por fim a situação do seu bairro.

2.1 Definição de lixo

Lixo é um termo que se refere aos **resíduos** ou **materiais descartados** que na teoria não têm mais utilidade e precisam ser eliminados. Esses materiais podem variar amplamente e incluem desde **restos de comida** até **produtos químicos perigosos**. Esses resíduos sólidos descartados pelas pessoas que vivem ou trabalham numa determinada área podem incluir:

- **Resíduos domiciliares:** Gerado nas residências, inclui restos de comida, embalagens, papel, plástico, vidro e outros materiais descartados no dia-a-dia.

Figura 01: Lixo Doméstico



Fonte: <https://thumbs.dreamstime.com/b/persona-en-la-cocina-de-la-casa-que-separa-la-basura-85153745.jpg>

Lembrando que nem tudo que vai pro lixo é lixo! Se separarmos o “**lixo orgânico**” (cascas de frutas, restos de legumes e verduras, borra de café, resíduos verdes) do “**restante do lixo**” que é o lixo seco (vidro, metal, plástico e papel) e realizarmos uma pequena limpeza com um lenço ou uma lavagem bem simples apenas para retirar o excesso de resíduos desses materiais. Nessas condições, deixam de ser lixo e passam a ser consideradas **matéria prima** utilizadas na fabricação de outros produtos que seriam

produzidos desde a matéria bruta, sendo que é descartada, aos quilos todo ano, pelas pessoas, a mesma matéria prima já beneficiada.

- **Resíduos de limpeza urbana:**

Lixo produzido pela varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana. Pode ser chamado de lixo verde.

Figura 02: Limpeza Urbana



Fonte: <https://img.r7.com/images/limpeza-urbana-20062019171644083?dimensions=660x360>

A maior parte desse material, após a triagem, pode ser reutilizada principalmente no processo de compostagem¹.

Figura 03: Trituração de galhos para compostagem



Fonte: https://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/wp-content/uploads/2013/02/DSC_0072.jpg

Com essa técnica, muitos resíduos produzidos na limpeza urbana, como folhas e galhos, podem ser reutilizados como adubo e fertilizantes em praças e na manutenção

¹ Transformação de resíduos vegetais, como galhos de árvores e arbustos, em adubo orgânico. Num processo em que estes são misturados com outros materiais orgânicos, como folhas, restos de alimentos e esterco animal. Essa mistura é colocada em uma pilha de compostagem, onde ocorre a decomposição natural.

das árvores pela cidade toda. Após essa trituração, os resíduos são preparados de forma natural e se transformam em húmus.

- **Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico**

Os Resíduos dos Serviços de Saneamento Básico (RSB) são todos aqueles que vêm do fornecimento de água potável, do tratamento de esgoto e da gestão das águas da chuva. Alguns desses resíduos, como os lodos, podem poluir e contaminar o meio ambiente se não forem tratados corretamente.

- **Resíduos industriais**

Os resíduos industriais são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais.

- **Resíduos de serviços de saúde**

Resíduos de serviços de saúde são gerados em estabelecimentos de saúde e requerem um gerenciamento específico devido às suas características. Alguns podem exigir tratamento antes de serem descartados.

Grupo A: Resíduos com possível presença de agentes biológicos que podem causar infecções devido à sua virulência ou concentração.

Grupo B: Resíduos contendo substâncias químicas que representam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características (inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade).

Grupo C: Materiais resultantes de atividades humanas que contêm radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados pelas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e para os quais a reutilização não é apropriada ou prevista.

Grupo D: Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, sendo equiparados aos resíduos domiciliares.

Grupo E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, como lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, entre outros, que requerem descarte seguro.

- **Resíduos da construção civil**

Os resíduos da construção civil são gerados em construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. Esses resíduos incluem materiais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos, rochas, metais, madeiras, vidros, plásticos e outros.

- **Resíduos agrossilvopastoris**

Os resíduos agrossilvopastoris são aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluindo os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. Isso abrange materiais como palhada de milho, casca de arroz, serragem, maravalha, resíduos de serraria e embalagens de fertilizantes e agrotóxicos. Além disso, os resíduos das agroindústrias associadas a essas atividades, como usinas de açúcar e álcool, indústrias de sucos, abatedouros e indústria de papel e celulose, também são considerados agrossilvopastoris.

- **Resíduos de serviços de transportes:**

Os resíduos de serviços de transporte são gerados em aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e passagens de fronteira. Eles incluem restos de cargas, resíduos de papel e plástico, resíduos domésticos das cantinas, lavanderias e sanitários, além de pneus, veículos inutilizáveis e resíduos perigosos como lubrificantes, vernizes, solventes e baterias usadas.

- **Resíduos de mineração**

Os resíduos de mineração são gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios. Eles se dividem basicamente em dois tipos: **estéreis** e **rejeitos**.

Estéreis: São os materiais escavados durante a extração (ou lavra) de minérios, mas que não possuem valor econômico. Esses estéreis geralmente são dispostos em pilhas.

Rejeitos: Resultam dos processos de beneficiamento, nos quais os minerais mais valiosos são separados dos minerais sem interesse comercial. Os rejeitos frequentemente contêm altas concentrações de metais pesados e outras substâncias usadas no beneficiamento de minério. A destinação mais comum para os rejeitos é em barragens específicas.

No Brasil, cerca de 310 milhões de toneladas de resíduos de mineração foram gerados em 2015. O estado de Minas Gerais concentra mais de 90% dessa geração, com 290 milhões de toneladas².

- **Lixo Comercial:**

Provém de estabelecimentos comerciais, como lojas, restaurantes e escritórios. Isso pode incluir embalagens de produtos, papéis, cartões e outros resíduos relacionados às atividades comerciais.

² Empresa Brasil de Comunicação.

- **Lixo Eletrônico (E-lixo):**

Composto por dispositivos eletrônicos descartados, como computadores, celulares, TVs e outros aparelhos. Esses dispositivos contêm materiais tóxicos e devem ser descartados corretamente.

Figura 04: Equipamentos eletrônicos para descarte



Fonte: <https://injecaodeplasticos.com.br/wp-content/uploads/2019/03/lixo-eletronico-e-a-reciclagem-do-plastico.jpg>

- **Lixo Especial:**

Materiais perigosos, como produtos químicos, pilhas, lâmpadas fluorescentes e medicamentos vencidos. Esses materiais requerem tratamento específico para evitar danos ao meio ambiente.

2.2 Impactos ao meio ambiente

O **lixo** é considerado um dos maiores problemas ambientais da nossa sociedade. À medida que a população e o **consumo per capita** aumentam a quantidade de resíduos produzidos também cresce. Infelizmente, muitas vezes o lixo não é descartado corretamente, resultando em diversos problemas para o meio ambiente. Vamos explorar alguns desses impactos:

a) **Materiais Não Renováveis:**

Um dos maiores problemas é o **consumo de energia e materiais usados** para fabricar embalagens e produtos que eventualmente descartamos. Esses materiais frequentemente vêm de recursos **não renováveis**, como *petróleo* e *minerais*. Quando jogamos fora o que consideramos lixo, estamos desperdiçando **recursos naturais valiosos**.

b) **Inundação de ruas e cidades:**

A disposição inadequada de resíduos em córregos e canais também pode obstruir redes de esgoto e causar inundações.

c) Contaminação da Água:

A água da superfície é frequentemente contaminada pelo lixo descartado em rios e canais. Em locais com concentração de resíduos líquidos (como lixiviados e chorume), ocorre contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Figura 05: formas de contaminação da água

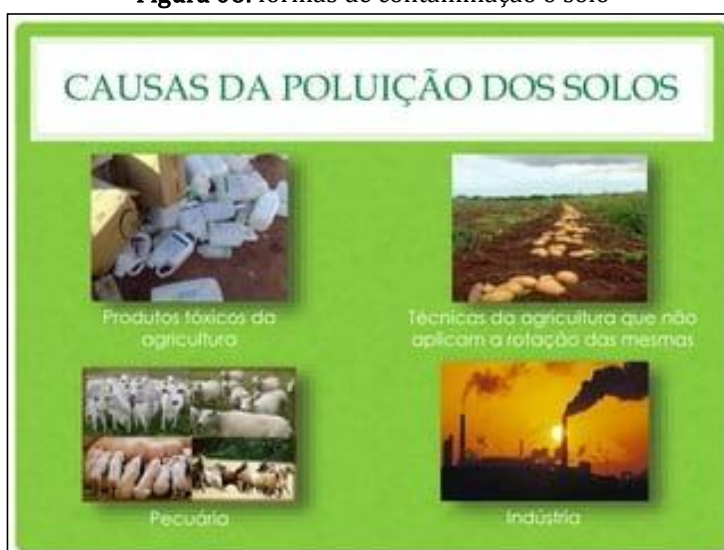


Fonte: <https://arvoreagua.org/wp-content/uploads/2021/09/tipos-de-poluicao.png>

d) Contaminação do Solo:

Óleos, solventes, gorduras, metais pesados e ácidos presentes nos resíduos contaminam o solo, alterando suas propriedades físicas e químicas. Isso representa um risco significativo para a população.

Figura 06: formas de contaminação o solo



Fonte: <https://image.slidesharecdn.com/poluiodossolos-140601152503-phpapp02/75/Poluicao-dos-solos-6-2048.jpg>

e) Poluição do Ar:

Resíduos sólidos abandonados em lixões a céu aberto deterioram a qualidade do ar devido à queima e à fumaça.

f) Disseminação de Doenças:

Vetores como insetos e roedores podem disseminar doenças entre a população local.

g) Impacto nos Oceanos:

Milhares de animais marinhos morrem anualmente devido à intoxicação por lixo ou à destruição de seus habitats.

2.3 Desafios na coleta de lixo no bairro

A coleta de lixo pode enfrentar diversos desafios que afetam a **eficiência** e a **sustentabilidade** do processo. Alguns desses desafios podem incluir:

a) Infraestrutura para Coleta e Descarte dos resíduos:

A **falta de infraestrutura** adequada para a coleta e descarte dos resíduos, e de um sistema mais eficiente para a coleta, transporte e para o tratamento desse lixo, faz com que surjam questões ambientais sérias como o descarte inadequado.

b) Crescimento Populacional:

O aumento da população no bairro pode sobrecarregar os serviços de coleta de lixo, pois à medida que mais pessoas geram resíduos, torna-se necessário um novo planejamento para adaptar o sistema de coleta para atender à nova demanda do bairro.

c) Desvio Insuficiente de Resíduos:

A falta de programas eficazes de **reciclagem** e **compostagem** resulta em baixo desvio de resíduos do fluxo principal. Isso significa que uma quantidade significativa de materiais recicláveis e orgânicos ainda acaba nos **lixões** ou **aterros sanitários**.

d) Infraestrutura Desatualizada:

Utilização de veículos antigos, sistemas ineficientes de coleta de lixo e falta de automação que combine tecnologias e metodologias em uma abordagem que substitua tarefas manuais por processos automatizados, para acompanhar o crescimento acelerado da quantidade de lixo no bairro.

2.4 Importância da coleta de lixo para saúde pública

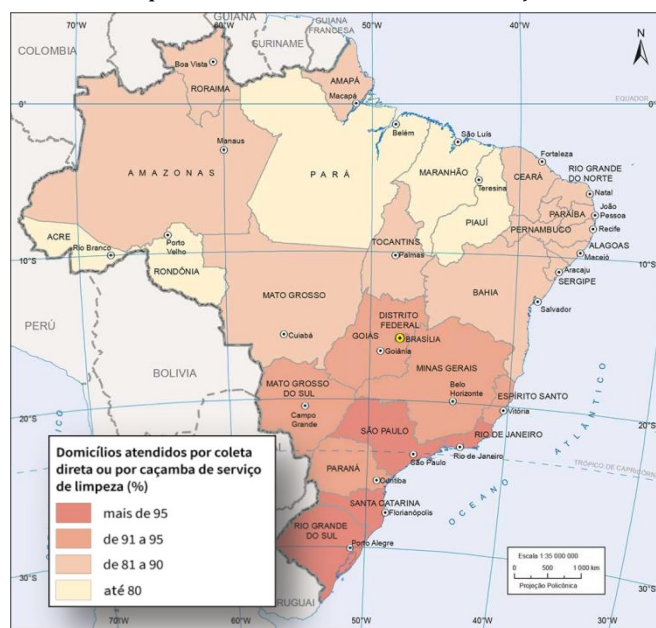
A coleta de lixo desempenha um papel crucial na **saúde pública** como:

- **Prevenção** de Doenças,
- **Evitar contaminação** do Solo e da Água,
- **Preservação** dos Rios e do Mar.

A percepção de que a coleta de resíduos sólidos vem sofrendo uma melhora é notória por todo país, mas ainda necessita de melhorias e de estratégias novas que facilite a logística dessa captação dos resíduos sólidos, principalmente nos Estados que estão com baixo atendimento referente a coleta direta de serviços de limpeza, que como podemos ver no último levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE em 2019 mostra que o Pará esteve entre os 5 Estados que menos foram atendidos por esse serviço no país.

A **figura** abaixo mostra que o Pará possuía baixo percentual de coleta direta de limpeza no país, com menos de 80% de domicílios atendidos.

Figura 07: Percentual de domicílios atendidos por coleta direta ou por caçamba de serviço de limpeza em cada Unidade da Federação.



Fonte: IBGE (2019)

Essa dificuldade que o país enfrenta, sobretudo, o **Estado do Pará** que já esteve entre os 5 Estados com **menor índice** de domicílios atendidos, foi combustível para que esse trabalho fosse realizado. A proposta didática aqui almejada é que o professor de matemática sugira aos seus alunos que verifiquem a situação da coleta de lixo em seu bairro, iniciando pela sua **rua, quadra** e depois conclua com a logística de coleta no **bairro** em que mora.

Com um levantamento mais atual da quantidade de lixeiras por rua e de volume de lixo produzido em cada bairro é possível elaborar uma tabela com esses dados e

estimular o aluno a observar o lixo como variável e fazer com que ele reflita sobre a quantidade de lixo produzida por cada cidadão.

Figura 08: Usina de Reciclagem



Fonte: https://1.bp.blogspot.com/_7VVeQ091Oes/TDPNjsv90ZI/AAAAAAAAAB0/N-i9jj_HVww/s1600/Imagem19.png

A **cubagem** vem como uma ferramenta para que o aluno possa trabalhar a **modelagem matemática** com os dados adquiridos com o levantamento em seu bairro. O aluno poderá fazer esses **registros** com seus próprios meios, com a ajuda do professor poderá passar cada dado de sua pesquisa para uma **planilha no Excel**, para o tratamento em sala de aula. Veja que o aluno irá trabalhar com suas próprias informações e fará modelagem matemática dentro daquilo que ele mesmo **produziu**, dando mais inspiração ao aluno e motivando a aprender cada vez mais.

Figura 09: Modelo de Planilha

CUBAGEM DO LIXO NO BAIRRO						
Local	Tipo	Qtd	comprimento	largura	altura	volume/m3
Rua 1	lixreira	9	0,5 m	0,4m	0,8m	9x0,5x0,4x0,8
	container	7	1,5m	1m	1,2m	7x1,5x1x1,2
Rua 2	lixreira	15	0,5 m	0,4m	0,8m	15x0,5x0,4x0,8
	container	2	1,5m	1m	1,2m	2x1,5x1x1,2
Rua 3	lixreira	15	0,5 m	0,4m	0,8m	15x0,5x0,4x0,8
	container	2	1,5m	1m	1,2m	2x1,5x1x1,2
Rua 4	lixreira	12	0,5 m	0,4m	0,8m	12x0,5x0,4x0,8
	container	3	1,5m	1m	1,2m	3x1,5x1x1,2
Rua 5	lixreira	1	0,5 m	0,4m	0,8m	1x0,5x0,4x0,8
	container	6	1,5m	1m	1,2m	6x1,5x1x1,2
Rua 6	lixreira	11	0,5 m	0,4m	0,8m	11x0,5x0,4x0,8
	container	2	1,5m	1m	1,2m	2x1,5x1x1,2
Rua 7	lixreira	7	0,5 m	0,4m	0,8m	7x0,5x0,4x0,8
	container	1	1,5m	1m	1,2m	1x1,5x1x1,2
Rua 8	lixreira	3	1,5m	1m	1,2m	3x1,5x1x1,2
	container	1	0,5 m	0,4m	0,8m	1x0,5x0,4x0,8
Volume total do bairro						

Fonte: Os autores/2024

Esse **modelo de planilha** apresentado na **figura 09** a cima é uma possibilidade que pode ser oferecida ao aluno caso ele apresente muita dificuldade em elaborar sua própria forma de reunir os **dados coletados** para calcular os **Volumes**. Dessa forma, ele terá liberdade para **criar** outro modelo que seja mais adequado a sua perspectiva, o propósito é que o aluno chegue a conclusão de que precisa somar todos os volumes das lixeiras para chegar ao **Volume de lixo total** produzido em seu bairro.

Enfim, o aluno poderá desenvolver suas habilidades e criar técnicas novas para agrupar os resultados coletados, sendo sempre o responsável pelo seu próprio conhecimento e garantindo uma aprendizagem mais satisfatória e consistente.

3 A CIÊNCIA DA CUBAGEM

A **ciência da cubagem** refere-se ao processo de **medição do volume** de um objeto **tridimensional**, assim como de uma quantidade grande desse mesmo objeto. Também pode ser a medição da capacidade de um espaço para armazenamento ou transporte desses objetos. Na **logística de transportes**, a cubagem é a **relação entre o peso** do produto e o **espaço que ele ocupará** dentro do veículo, que pode variar de acordo com as necessidades, podendo ser um **caminhão, avião ou navio**.

Por meio do valor da cubagem, as empresas determinam a quantidade de mercadoria que pode ser transportada em um veículo. O objetivo da cubagem é encontrar um equilíbrio entre o volume e o peso das mercadorias, **evitando desperdício de espaço** ou **carga excessiva**. Ajudando no controle de custos, segurança e emissão de documentos fiscais, contribuindo para a eficiência e qualidade das operações, **facilitando** na precificação correta do frete e na eficiência logística. É uma **ferramenta matemática** crucial para planejar o carregamento e transporte de objetos, que neste trabalho será a **cubagem dos Resíduos Sólidos**. A fórmula matemática da cubagem é simples:

Altura × Largura × Comprimento × unidades (quantidade de carga) × fator de cubagem.

O **fator de cubagem** é um número constante utilizado no cálculo da **cubagem** e determina o peso ideal para preencher **1 metro cúbico (1m³)** de espaço de armazenamento. No contexto de transportes rodoviários, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) estipula um fator de cubagem de **300 kg por metro cúbico**. Isso significa que, em cada metro cúbico, deve-se ter, no máximo, 300 quilos, como podemos observar em (BRASIL, 2019, p. 16)

O cálculo do valor do frete considerando o volume é aplicado para mercadorias que possuem baixa densidade (kg/m³), ou seja, cargas volumosas e de baixo peso, que não permitem o aproveitamento total do limite de capacidade dos veículos. Para esse tipo de carga, quando se considera apenas o peso ou a dimensão do produto no cálculo do frete pode ocorrer distorção na apuração do seu valor e o veículo poderá ter sobrepeso ou espaço ocioso. Assim, para se ter uma maior precisão na precificação do frete e otimizar a ocupação do veículo, utiliza-se o cálculo do peso cubado, que é a relação entre o peso e o volume da carga a ser transportada. A fórmula de cálculo do peso cubado resulta da multiplicação do comprimento, largura e altura da mercadoria embalada pelo fator de cubagem padrão, que é uma constante definida para o transporte rodoviário de cargas em 300kg/m³, correspondente ao peso considerado ideal para o volume equivalente a um metro cúbico transportado.

Para que o aluno tenha uma perspectiva da **quantidade de lixo produzido** em seu bairro, ele deve ser capaz de **calcular o volume** de diversos tipos e formatos de lixeiras e proceder o somatório desses volumes considerando todas as ruas de seu bairro. Isso fará com que ele **crie seus próprios elementos e informações** para efetuar os cálculos. A aprendizagem ocorrerá a partir da **aplicação direta** do cálculo de volume em sua vida social. Assim, a **percepção de volume** aplicada ao **dia-a-dia** do aluno terá mais ênfase com uma aprendizagem bem **mais efetiva**, pois irá vivenciar a construção da aprendizagem numa situação que faz parte da rotina de todos os humanos, inclusive a dele.

3.1 Cubagem de recipientes de coleta de lixo

Sabendo que o Pará já esteve entre os 5 Estados da Federação que menos possuem coleta direta de resíduos sólidos, confirmado pelo último senso 2019, faz-se necessário e de extrema importância que solicitemos ao aluno, primeiramente, que façam um levantamento dos tipos de recipientes com suas respectivas cubagens encontrados no entorno de sua residência, como em sua rua, quadra e/ou bairro, e posteriormente possa calcular a quantidade diária de lixo a ser coletada pelos carros de coleta, e dessa forma o aluno possa compreender a logística de uma coleta dessa envergadura e conseqüentemente entender o quão é necessário o aprendizado e aplicação do saber matemático em seu dia-a-dia.

Figura 10: Lixeira produzida pelo proprietário de uma residência A



Fonte: https://sigaserralheria.weebly.com/uploads/2/1/5/3/21538768/10_3_orig.jpg

Existem **vários tipos de recipientes** utilizados por moradores, estabelecimentos comerciais e pela prefeitura, mas também sabemos que em vários lugares o recipiente é projetado pelos próprios moradores com tamanhos variados e com uma capacidade aproximada da quantidade de lixo que poderá ser produzida por uma determinada população como de uma vila, por exemplo. E também será encontrado, em muitos casos,

um monte, um lote, uma montanha de lixo reunida num determinado local escolhido pelos moradores reunindo o lixo no chão mesmo, até que o carro da coleta passe para levar.

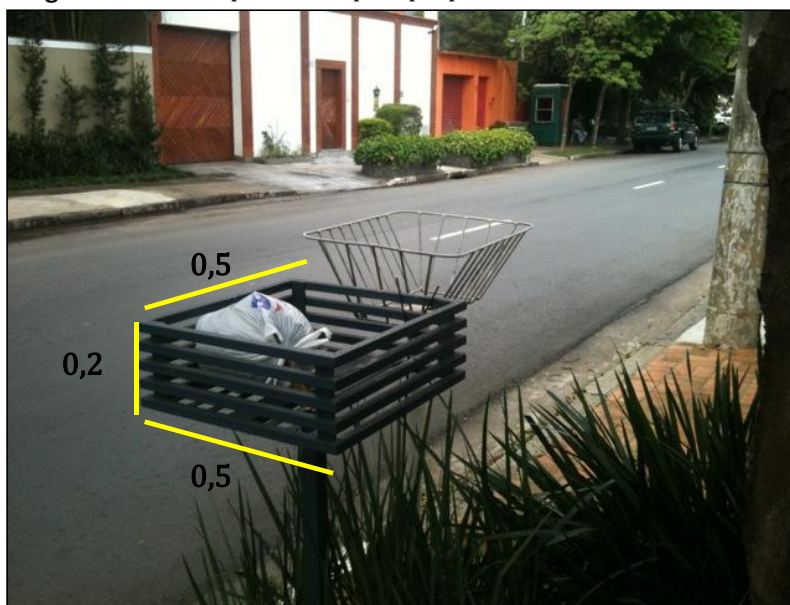
A **cubagem de um recipiente** é um método utilizado para quantificar a quantidade de resíduos gerados por uma determinada pessoa ou por um grupo de pessoas como ocorre no caso dos grandes estabelecimentos e grandes condomínios. Basicamente, consiste em **multiplicar as dimensões do recipiente** (comprimento, largura e altura). A fórmula para calcular a cubagem é:

$$\text{Cubagem (m}^3\text{)} = \text{Comprimento (m)} \times \text{Largura (m)} \times \text{Altura (m)}$$

Um exemplo, simples é observar as dimensões uma recipiente qualquer em uma determinada rua e constatar que ela possui 0,5 metros de comprimento, 0,5 metros de largura e 0,2 metros de altura, a cubagem será:

$$0,5 \times 0,5 \times 0,2 = 0,05\text{m}^3$$

Figura 11: Lixeira produzida pelo proprietário de uma residência B



Fonte: https://sigaserralheria.weebly.com/uploads/2/1/5/3/21538768/lixreira-de-rua-9_orig.jpg/Adaptada

O procedimento pode até ser feito por calculadoras on-line disponível ao público para os cálculos dessas multiplicações, como por exemplo, no site: <https://calculoonline.com/calculadora-de-metros-cubicos/>

Figura 12: Cubagem da lixeira construída pelo proprietário.

Comprimento	<input type="text" value="0,5"/>
Largura	<input type="text" value="0,5"/>
Altura	<input type="text" value="0,2"/>
Metros Cúbicos	<input type="text" value="0.05 m³"/>
<input type="button" value="Calcular Metro Cúbico"/> <input type="button" value="Limpar"/>	

Fonte: Os atores/2024

A **cubagem de recipiente** é fundamental para o gerenciamento de resíduos no bairro, pois permite dimensionar a **quantidade de lixo** a ser coletada naquela localidade e ajuda na escolha de um espaço físico com capacidade adequada para descarte do material, e também para tomar decisões sobre tratamento e selecionar os equipamentos adequados, com dimensões equivalentes ao tanto de **lixo produzido naquela área**. Assim também, como saber o número de vezes que um **carro coletor** deve ir naquela localidade. Em cidades que há Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (**PGRS**) a **cubagem** é utilizada como um **instrumento** para a elaboração do referido plano.

Figura 13: Carro coletor de resíduos sólidos.



Fonte: <http://assets.cimm.com.br/uploads/cimm/produto/imagem/25734/locacao-de-coletor-compactador-de-lixo.JPG>

Esse **carro coletor** representado na **figura 13** é o modelo mais comum utilizado pelas empresas de **Coleta de Resíduos Sólidos**, o aluno precisará calcular a capacidade de um carro desse formato, se caso seja esse modelo que a empresa responsável pela coleta

em seu bairro utilize para recolher o lixo. Com esses dados em mãos, o aluno poderá, por exemplo, compreender o porquê existe rua na qual o **carro coletor** passa apenas **03 (três) dias** na semana, enquanto que em outras ruas necessita **coletar todos os dias**. Todas essas informações terão como base os dados coletados pelo próprio aluno em seu dia-a-dia e tabelado com o apoio e experiência do professor, para então estipular uma estimativa da quantidade de lixo produzida no bairro.

Essa estimativa poderá considerar o **lixo produzido no seu bairro** em cada dia, por semana ou durante o mês todo, de acordo com a disponibilidade do aluno e do professor. Neste trabalho, o ideal seria que o aluno coletasse os dados nas três hipóteses, considerando que em algumas semanas se produz mais lixo do que em outras, principalmente na comparação entre o início do mês, em que todos estão recebendo seus salários, e o final do mês quando muitos já não possuem mais o mesmo poder de compra. Assim, terá dados suficientes para observação e poderá fazer uma média de produção **diária, semanal e mensal** com mais precisão.

3.2 Estimativa de lixo produzido por um brasileiro

No Brasil, em média, um cidadão pode **produzir 1kg de lixo por dia**, podendo chegar a **343 quilos ao ano**. Considerando toda a população do país, são produzidas cerca de **80 milhões de toneladas** de resíduos todo ano.

Figura 14: Produção de lixo diário e descarte irregular.



Fonte: https://cdn.acritica.net/img/pc/920/600/dn_noticia/2015/09/lixonarua1.jpg

A **produção de lixo** no Brasil aumenta juntamente com o crescimento da população, assim também como acompanha o desenvolvimento do país com a produção industrial mais elevada produzindo cada vez mais produtos com embalagens diversas que após o descarte irregular pela população se tornam lixos. Essas embalagens, juntamente com os brinquedos descartados, equipamentos eletrônicos inutilizados e muitas roupas promovem um volume significativo de **resíduos sólidos**, além de muitos outros produtos que são gerados por esse crescimento industrial e populacional.

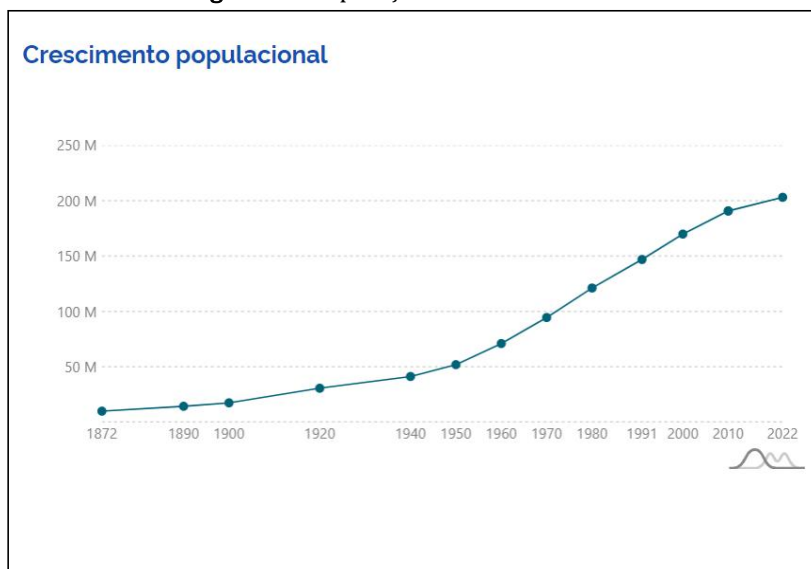
Figura 15: Resíduos Sólidos produzidos pelo crescimento industrial



Fonte: https://3.bp.blogspot.com/-k23B68Bfiyg/Tc8f1Vt8jI/AAAAAAAAAuY/wj38QbZwTzw/s1600/SAM_1893.JPG

A **produção de lixo** acompanha o crescimento da população que tem crescido de acordo com o levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, como é possível verificar nos registros:

Figura 16: População do Brasil até 2022



Fonte: <https://www.ibge.gov.br/2023>

3.3 Forma de estimar a quantidade de lixo em seu bairro

Para **estimar** a quantidade de lixo em um bairro existem algumas abordagens para isso, que além de um bom exercício para **conscientização ambiental** pode fazer com que o aluno se aproxime da quantidade de resíduos gerados em seu bairro.

A primeira forma seria baseada no número de moradores:

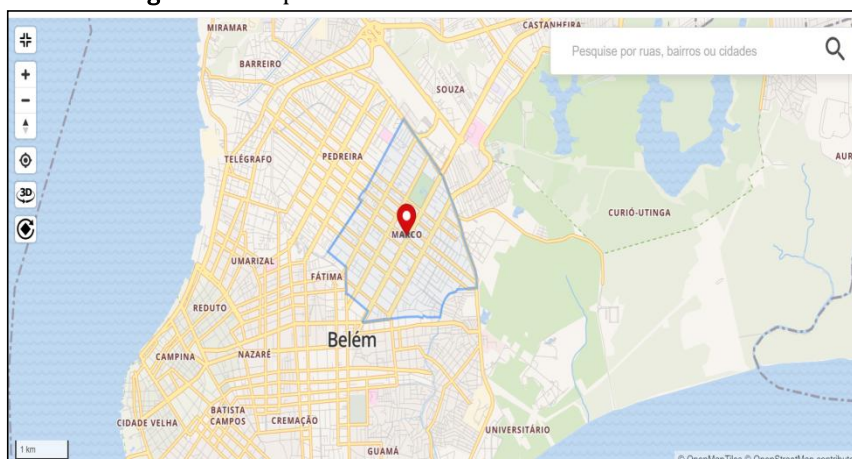
Nessa abordagem o aluno poderá realizar a multiplicação entre o **número de moradores** de seu bairro pela **quantidade média de lixo gerado por pessoa num dia**, que como já sabemos é de 1kg de lixo por dia. Importante que o aluno saiba que parte desse lixo é **orgânica** e pode ser direcionado para **compostagem** se caso existir esse direcionamento em seu bairro e a outra parte do lixo pode ser direcionada a **reciclagem**, fazendo com que esse “lixo” deixe de ser lixo e passe a ser **matéria prima** para outras utilizações no mercado. Ao final dessa tarefa com o levantamento em mãos, será realizado o cálculo multiplicativo entre esse **número de pessoas do bairro (Qtd.P)** e a **quantidade média de lixo que cada pessoa produz por dia (Qtd.L^D)**. Para realizar os cálculos e encontrar a **quantidade de lixo produzido no bairro por mês (Qtd. M)**.

$$(Qtd. M) = Qtd.P \times Qtd.L^D \times 30$$

Baseada na quantidade de resíduos produzidos diariamente:

Essa abordagem sugere que o aluno faça um levantamento diretamente e fisicamente, registrando a quantidade de lixo produzido primeiramente em sua rua e em seguida nas ruas de sua quadra e no final do seu bairro. O mapa do bairro com as ruas específicas delimita bem a área de registro para o aluno estimar a quantidade de lixo, baseada na quantidade de resíduo produzido diariamente pelas residências e comércios do seu bairro. O aluno pode verificar onde começa e termina seu bairro no guia de mapas: <https://guiamapa.com/pa/belem/marco>.

Figura 17: Mapa do bairro do Marco em Belém do Pará



Fonte: <https://guiamapa.com/pa/belem/marco/2024>

Nessa abordagem em que o aluno deve estimar a quantidade de lixo em seu bairro por meio da quantidade diária produzida pela população, o aluno deverá captar o volume de cada lixeira presente em sua rua e em seu bairro de maneira que ao final tenha o volume de todas as lixeiras e lotes de lixos a ser coletado pelo carro coletor. Uma maneira eficaz de observar se as lixeiras são totalmente preenchidas, é verificar antes de o carro coletor passar para pegar o lixo.

Existem vários tipos de lixeiras para que o aluno descubra seu volume e em muitos casos os lixos são apenas ensacados e despejados de forma irregular no canto da rua. O aluno deverá reunir o volume de todo esse lixo e descobrirá uma quantidade aproximada de lixo produzido por dia na rua, fazendo isso em todas as ruas do bairro encontrará uma estimativa para a quantidade de lixo produzido no bairro em um dia.

Cada lixeira possui um formato diferente e em cada caso o professor poderá ensinar ao aluno como encontrar tal volume, sendo que o aluno primeiro terá a chance de encontrar esse volume por conta própria e com um objetivo em mente. A interação professor-aluno ocorre com aprendizagem de volumes de sólidos para que o aluno perceba a necessidade de ter que aprender o volume das lixeiras e com isso já observe a quantidade de lixo que uma residência pode produzir e enxergue o lixo com outros olhos, agora de maneira mais científica com um olhar matemático e ambiental.

É possível observar algumas criações dos moradores com formatos de lixeiras diferenciadas e em alguns lugares o lixo foi apenas ensacado e despejados no chão mesmo, na esquina de uma vila. Vejamos a primeira vila (A) como exemplo:

Figura 18: Lixeira da vila A



Fonte: Os autores/2024

Com as medidas dessa lixeira (Comprimento, largura e altura) o aluno pode fazer a cubagem e encontrar o volume de lixo que essa vila produz num dia. A soma de todos os volumes das lixeiras de todas as ruas do bairro pode nos dar uma perspectiva da quantidade de lixo produzido no bairro. Lembrando que muitos alunos moram no mesmo bairro e dependendo dos critérios adotados pelo professor esse levantamento poderá ser feito em grupo ou individual, de maneira que todos possam captar dados e produzir conhecimento ao tentarem chegar no volume dos diversos tipos de lixeira, também servirá como forma de conscientizar o aluno a ter um olhar diferente para a quantidade de lixo produzido na cidade. Durante o trabalho o aluno começará a se perguntar como pode fazer para diminuir a produção de lixo e muitos encontrarão uma forma de reciclar parte do lixo, diminuindo cada vez mais esse volume.

Agora vamos observar outra vila (B) como exemplo, os moradores pegaram uma caixa d'água e cortaram e posicionaram no início da vila, vejamos:

Figura 19: Lixeira da vila B



Fonte: Os autores/2024

No caso da lixeira dessa vila (B) as dimensões serão circulares e o volume será o **tronco do cone (caixa d'água)**, dessa forma o aluno deverá medir a circunferência menor e a maior e medir a altura, também pode medir a geratriz para aprender a captar todos os dados de um **objeto tridimensional**, sendo que o professor ainda não terá ensinado a matemática da sala de aula, o aluno terá que encontrar uma forma de achar o volume dessa lixeira, o professor poderá dar uma noção de volume e capacidade sem dar nenhuma resposta, pois o aluno precisa sentir necessidade de aprender e para isso precisa sentir a dificuldade ao tentar encontrar as respostas para os questionamentos do professor e após todo esse esforço do aluno em fazer o levantamento e produzir as planilhas com dados para aula, o professor poderá mostrar fórmulas que levariam ao volume daquele objeto de maneira bem rápida, perceberão a necessidade da existência de fórmulas para facilitar o trabalho manual. A criatividade dos alunos poderá fazer com que surja uma forma mais eficiente ou mais rápida de estimar o lixo produzido no bairro.

3.4 Capacidade de transporte do lixo e o volume de lixo do bairro

A **coleta de lixo domiciliar ou regular**, o qual será alvo desse trabalho, não descarta a orientação que o aluno precisa ter sobre as demais coletas do município como a Coleta de feiras livres, praias, calçadas e estabelecimentos públicos; assim também como a Coleta especial que são para recolher resíduos não recolhidos pela coleta regular, que são as podas de árvores, bocas de lobo, animais mortos, RSS, pequenos volumes de entulhos.

Muitas empresas responsáveis pela **coleta de lixo domiciliar** possuem **Caminhões Compactadores** que possuem em média capacidade de transportar de 10 a 15 m³ de uma só vez. Saber a **quantidade de lixo** produzido por bairro ou por ruas é de extrema importância para que se planeje a **rota do carro coletor**.

Com essa estimativa em mãos a empresa poderá determinar a **quantidade de vezes** que o carro coletor precisará passar por semana no bairro. Bairros de classe alta devem produzir mais lixo devido consumirem mais que os de classe média ou baixa e principalmente morarem em prédios, pois o número de pessoas num edifício é relativamente grande e o aluno perceberá que nesses locais existe até uma sala própria para acomodar os contêineres de lixo, em alguns lugares são camburões.

Figura 20: Carro Compactador

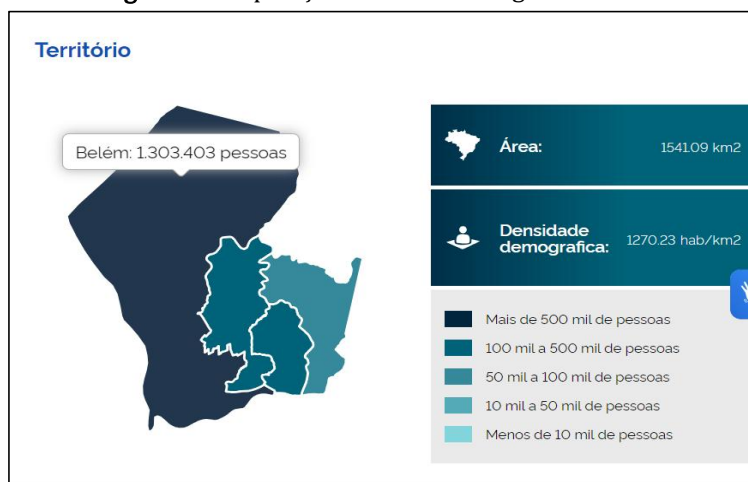


Fonte: https://www.queroumnegocio.com.br/uploads/img/usuarios/1167/anuncios/1398/anuncios_fotos/3baed8eef3c973e253b2892ccdef5f5d.jpg

3.5 População do bairro conforme o último censo

Um exemplo de busca para quantidade de pessoas no bairro pode ser feito considerando dados do IBGE, como foi feito para o bairro do Marco em Belém do Pará logo a baixo na **figura 21**, dados encontrados no site da prefeitura de Belém. O aluno verá como existe uma enorme dificuldade em encontrar esses dados, a ideia é que algum dos alunos encontre um levantamento por bairro mais recente.

Figura 21: População de Belém e da grande Belém



Fonte: censo2022.ibge.gov.br/2024

Em uma busca no site da prefeitura de Belém foi encontrado dados referente à população do bairro do Marco no ano de 2000.

Figura 22: Moradores do bairro do Marco em Belém do Pará

INFORMAÇÕES DO BAIRRO DO MARCO		
DEMOGRAFIA		
População residente por sexo		
HOMENS	MULHERES	TOTAL
29.008	35.008	64.016
Fonte: Censo 2000/IBGE		
População residente por espécie do domicílio		
Espécie de Domicílio	População residente	
Casa	53.629	
Apartamento	9.486	
Cômodo	727	
Improvisado	111	
Unidade de habitação em domicílio coletivo	63	
TOTAL	64.016	
Fonte: Censo 2000/IBGE		

Fonte: <http://www.belem.pa.gov.br/2024>

Cada bairro possui um registro de moradores, que sofre alterações de tempos em tempos, por essa razão é importante o aluno utilizar registros cada vez mais recentes, disponibilizados pelo IBGE ou por qualquer outra forma oficial, na qual um agente ou responsável pelo registro populacional do bairro tenha realizado tal levantamento. Isso acontece muito em bairros que existe liderança comunitária, que obtém de forma mais precisa esse levantamento. Em bairro que há programa Família Mais Saudável da prefeitura ou programas similares a esse, também possuem registros bem definidos da quantidade de pessoas na região. Sugerir que o aluno faça o levantamento próprio também pode ser uma opção para esta tarefa que poderá ser realizada em grupos, pois muitos alunos moram no mesmo bairro.

Figura 23: Moradores do bairro do Marco em Belém do Pará pela SIDRA

Tabela 475 - População residente por grupos de idade, sexo e situação	
Variável - População residente (Pessoas)	
Situação do domicílio - Urbana	
Ano - 1996	
Grupo de idade - Total	
Sexo - Total	
Brasil e Bairro	
Marambaia - Belém (PA)	63.347
Marco - Belém (PA)	64.407
Fátima - Belém (PA)	14.385
Nazaré - Belém (PA)	19.743
Pedreira - Belém (PA)	68.117
Reduto - Belém (PA)	7.041
Sacramenta - Belém (PA)	27.518

Fonte: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/475#resultado/2024>

4 MODELANDO PARA TRANSFORMAR O BAIRRO

4.1 Propor modelagem matemática da produção de lixo e a coleta em sua rua

A **modelagem matemática** é uma abordagem que permite **analisar** e **prever** fenômenos do mundo real usando **equações** e **modelos matemáticos**. Para propor um estudo sobre a produção de lixo e a coleta em sua rua, o professor pode sugerir as seguintes etapas o aluno:

➤ **Coleta de Dados:**

Comece coletando dados relevantes, como a quantidade diária de lixo produzido em sua rua, os tipos de resíduos (orgânicos, recicláveis, etc.) e os horários de coleta.

➤ **Modelo de Produção de Lixo:**

Crie um **modelo matemático** para representar a produção de lixo. Por exemplo, você pode usar **uma função** que relaciona a *quantidade de lixo* com o *tempo* ou com variáveis como o *número de residências na área*.

➤ **Modelo de Coleta:**

Desenvolva um **modelo** para a coleta de lixo. Considere fatores como a **capacidade dos caminhões de coleta**, a **frequência das rotas** e a **eficiência do processo**.

➤ **Simulações e Análise:**

Utilize o modelo para simular diferentes cenários. Por exemplo, como a coleta seletiva afeta a quantidade total de lixo coletado? Ou como mudanças nos horários de coleta impactam a eficiência?

➤ **Validação e Ajustes:**

Compare os resultados da simulação com dados reais. Se necessário, ajuste o modelo para melhor refletir a situação da sua rua.

➤ **Recomendações:**

Com base nos resultados, proponha recomendações para **otimizar a coleta de lixo**. Isso pode incluir **ajustes nos horários**, **aumento da conscientização** sobre reciclagem ou outras estratégias.

4.2 Propor modelagem matemática da produção de lixo e a coleta em sua quadra

A **modelagem matemática** é considerada uma ferramenta poderosa, que como já sabemos, ajuda a *entender e prever fenômenos do cotidiano*, como a **produção de lixo** pela população e a respectiva **coleta**:

A **produção de lixo** em toda **quadra** pode ser modelada usando **equação matemática** desenvolvida pelo próprio aluno para representar a produção de lixo na quadra, podem considerar a **quantidade de lixo** gerada ao longo do tempo. Também pode ser **modelada** com base nas seguintes especificações:

- ✓ **frequência de coleta,**
- ✓ **capacidade dos recipientes,**
- ✓ **distância percorrida pelos coletores e**
- ✓ **outros fatores** que o aluno considere relevante, sempre com o intuito de **otimizar** a coleta e **minimizar** os *custos e impactos* ambientais.

4.3 Propor modelagem matemática da produção de lixo e a coleta em seu bairro

A **modelagem matemática** para a **produção de lixo e coleta** é uma abordagem que leva a *entender e otimizar* tais processos. O professor pode fornecer algumas informações relevantes para ajudar o aluno no desenvolvimento da pesquisa:

Coletar os Dados: O aluno pode iniciar coletando dados sobre a produção de lixo em seu bairro, pode reunir todo levantamento já feito em sua quadra com as demais ruas do bairro. Isso pode incluir o volume de lixo gerado por residências, empresas e áreas públicas. Faça o registro desses dados ao longo de um período de tempo (por exemplo, semanas ou meses).

Observação e Contextualização: Assim como foi feito na rua e na quadra, observe os **padrões de produção de lixo** em diferentes momentos do *dia* e da *semana*. Considere fatores como *feriados, eventos locais e mudanças sazonais*.

Modelagem Matemática: Agora, o aluno poderá criar um **modelo matemático**. Poderá usar uma função para representar a **produção de lixo ao longo do tempo**. Por exemplo:

- ✓ Seja (x) o tempo (em dias, semanas ou meses).
- ✓ A produção de lixo pode ser modelada por uma função (L(x)) que depende de fatores como população, atividades locais e hábitos de consumo.

Análise e Conclusões: O aluno poderá aplicar técnicas matemáticas, como **regressão linear** ou **exponencial**, para ajustar seu modelo aos dados coletados. Isso permitirá prever a produção futura de lixo e otimizar a coleta.

Conclusão do trabalho

A **modelagem matemática** é uma *simplificação da realidade* e o pesquisador pode **não** capturar todos os detalhes. A ideia é fomentar o conceito de Lixo Zero com o intuito de reduzir ao máximo a produção de resíduos através de estratégias como a **redução da produção de lixo, reutilização, reciclagem e compostagem**. Dessa forma, é possível que no futuro, esses pesquisadores, sejam **consumidores conscientes** e não produzam tanto lixo e com esse conhecimento possam repassar aos seus descendentes e familiares, toda aprendizagem aqui adquirida, e ao mesmo tempo aprenda a utilizar a matemática de maneira consciente e satisfatória, criando seus próprios argumentos e coletando seus próprios dados para análise e discussão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, Lourdes Werle de almeida, SILVA, Karina Pessôa da & VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. Editora Contexto, São Paulo-SP, 2012.

BRASIL, Fundação Oswaldo Cruz- **Fiocruz** – Glossário de acesso aberto. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisa-aponta-o-lixo-como-fonte-de-impacto-ambiental>>. Acessado às: 21:40 do dia 24 de abril de 2024.

BRASIL, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (**Sinir**): instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (**PNRS**), instituído pela Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/>>. Acessado às: 17:52 do dia 26 de maio de 2024.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo 2022 **Indicadores de desenvolvimento sustentável: disposição de resíduos sólidos urbanos**. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27 abril 2024.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Fundação Nacional de Saúde: Saneamento para Promoção da Saúde**. Disponível em: <<https://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude>>. Acessado às: 23:30 do dia 26 de abril de 2024.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ministério da Educação. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acesso em: 25 abril 2024.

BRASIL, **Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT**. Ministério dos Transportes. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br>>. Acesso em: 01 maio 2024.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2009.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. O que pensam os professores sobre a modelagem matemática? **Zetetiké**, v.7, n.11, pág. 67-85, janeiro/junho, 2002.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores**. Tese de Doutorado em Educação Matemática. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP, 2001.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

BURAK, Dionísio. Modelagem matemática e a sala de aula. In: **Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática**, 1. Londrina: UEL, 2004, 1 CD-Rom.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**, Ed. Contexto, 2002.

BARBOSA, J. C., Caldeira, A. D. e Araújo, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: Pesquisas e práticas educacionais**. SBEM, Biblioteca do Educador Matemático, v. 3, 2007.

BICUDO, Maria A. Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho (Orgs.). **Educação Matemática – Pesquisa em Movimento**. São Paulo: Cortez Editora, 2004

BIEMBENGUT, M. S., HEIN, N. Modelagem Matemática no ensino. São Paulo: Contexto, 2000.

BLUM, W.. ICMI Study 14: Applications and modeling in mathematics education – discussion document. Educational Studies in Mathematics. Vol 51, 1,2, 149-171, 2002.

BRANDT, C. F., BURAK, D. e KLÜBER, T.E. Modelagem Matemática: uma perspectiva para a educação básica, Ed. UEPG, 2010.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. Campinas: Unicamp, 1986.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Desafios da Educação Matemática no Novo Milênio**. São Paulo, Educação Matemática em Revista, ano 8, n.11, p.14-17, dez. 2001.

_____. **Educação Matemática**: Da teoria à prática. Campinas (SP): Papirus,1996 (Col. Perspectivas em Educação Matemática).

FIORENTINI, Dario (Org.). Formação de Professores de Matemática – Explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. COLEÇÃO TENDÊNCIAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Ed. Autêntica.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. Investigação em Educação Matemática - Percursos Teóricos e Metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.

FOSSA, John. **Ensaio sobre a educação matemática**. Belém: EDUEPA, 2001 (Série Educação, 2).

GIORDANO, Frank; WEIR, Maurice; FOX, William. **A first course in mathematical modeling**. Third Edition. EEUU: Thomson Brooks Cole, 2003.

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.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M.. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, jun. 2008. Disponível em:<<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> Acesso em: 25 abril 2024.> Acesso em: 23 abril 2024.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Meio Ambiente: Por que a poluição plástica se tornou uma crise global?** Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente>>. Acessado às: 22:50 do dia 24 de abril de 2024.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Lixo Doméstico	05
Figura 02: Limpeza Urbana	06
Figura 03: Trituração de galhos para compostagem	06
Figura 04: Equipamentos eletrônicos para descarte	09
Figura 05: formas de contaminação da água	10
Figura 06: formas de contaminação o solo	10
Figura 07: Percentual de domicílios atendidos por coleta direta ou por caçamba de serviço de limpeza em cada Unidade da Federação	12
Figura 08: Usina de Reciclagem	13
Figura 09: Modelo de Planilha	13
Figura 10: Lixeira produzida pelo proprietário de uma residência A.....	15
Figura 11: Lixeira produzida pelo proprietário de uma residência B.....	16
Figura 13: Carro coletor de resíduos sólidos	17
Figura 14: Produção de lixo diário e descarte irregular	18
Figura 15: Resíduos Sólidos produzidos pelo crescimento industrial	19
Figura 16: População do Brasil até 2022	19
Figura 17: Mapa do bairro do Marco em Belém do Pará	20
Figura 19: Lixeira da vila B	22
Figura 20: Carro Compactador	23
Figura 21: População de Belém e da grande Belém	23
Figura 22: Moradores do bairro do Marco em Belém do Pará	23
Figura 23: Moradores do bairro do Marco em Belém do Pará pela SIDRA	24



Vitor Vasconcelos Silva Possui Graduação em Matemática pela Universidade Federal do Pará- UFPA (2012). Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática (PPGEM) pelo Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA (2023). Foi Professor monitor na Escola Municipal Almerindo Trindade, no Programa Mais Educação (2011, 2012 e 2013); Foi Mentor no programa Decola - Núcleo de Empreendedorismo e Inovação, que atuou em conjunto com a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Profissional e Tecnológica - SECTET pela Universidade do Estado do Pará - UEPA(2022-2023). Servidor Público da Universidade Estadual do Pará (UEPA), lotado no Curso de Graduação em Educação Física/Campus III.



Fábio José da Costa Alves Possui Licenciatura em Matemática pela União das Escolas Superiores do Pará ? UNESPa (1990), Licenciatura em Ciências de 1º Grau pela União das Escolas Superiores do Pará ? UNESPa (1989), graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (1994), Mestrado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará (1999), Doutorado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará (2003) e Pós-Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2017). Atualmente é Professor Adjunto IV da Universidade do Estado do Pará, Docente do Mestrado em Educação/UEPA e Docente do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática/UEPA. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática/UEPA de 2019 à 2023. Líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Matemática e Tecnologias e Vice líder do Grupo de Pesquisa em Cognição e Educação Matemática da UEPA. Está atuando no desenvolvimento de software educativo para o ensino de matemática. Têm experiência em Educação Matemática e matemática aplicada. Tem experiência na área do ensino a distância. Tem experiência em Geociências, com ênfase em Geofísica Aplicada, nos temas: deconvolução, filtragem com Wiener, atenuação e supressão de múltiplas.



Roberto Paulo Bibas Fialho Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela União das Escolas Superiores do Pará (1989), graduação em Educação Artística do 1º Grau pela Universidade Federal do Pará (1993), graduação em Educação Artística Licenciatura Plena pela Universidade Federal do Pará (1994) e mestrado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará - UFPA (1998). É artista plástico e especialista em educação pela UNAMA (1994) e em design de móveis pela Universidade do Estado do Pará - UEPA (2006). Desenvolve atividades como professor adjunto na Universidade do Estado do Pará e professor titular da Faculdade de Estudos Avançados do Estado do Pará - FEAPA, atuando principalmente nos seguintes temas: metodologia científica, educação matemática, psicologia e composição visual, arquitetura e design gráfico. Desenvolveu tese doutoral intitulada "A MATEMÁTICA DO SENSÍVEL PELAS MÃOS DO ARTESÃO: Marcas da aprendizagem matemática e da cultura material dos ceramistas de Icoaraci" (2013), junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), pertencente à Universidade Federal do Pará. Atuou como coordenador de TCC no Curso de Bacharelado em Secretariado Executivo Trilíngue da UEPA do ano 2013 a 2018, onde atualmente integra o colegiado deste curso. É também membro do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, do CCSE/UEPA, ministrando a disciplina Metodologia da Pesquisa em Ensino de Matemática e atuando como colaborador na disciplina Modelagem Matemática.