

**BIODIVERSIDADE,
MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

VOLUME X



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável

10^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

10ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238B Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2024

87 f.: il

DOI: 10.37423/2024.edcl936

ISBN: 978-65-5367-498-1

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agricultura 2. pecuária 3. sustentabilidade I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl936>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli
MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior
Dra. Suely Lopes de Azevedo
MSc Francisco Odecio Sales
MSc Ezequiel Martins Ferreira
MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio
MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo
MSc Rainei Rodrigues Jadejiski
Dr. Rodrigo Couto Santos
Dra. Milena Gaion Malosso
PHD Marcos Pereira Dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	5
ANALISE TRIBOLOGICA DE MATERIAIS PARA FACAS DE MOINHO PARA POLIMEROS	
Janaina Fracaro de Souza Gonçalves	
Gustavo Lombarde	
RodolfoSandoli Valegura	
EmilienneMoselli Pirolla	
DOI 10.37423/240408877	
CAPÍTULO 2	19
USO DA COMPOSTAGEM DESENVOLVIDA POR PARTICIPANTES DE UMA OFICINA EM AÇÕES DE EXTENSÃO	
THAYSE EMANUELLE FERREIRA PICANCO	
Ione Iolanda dos Santos	
Leidiane Leão de Oliveira	
DOI 10.37423/240408880	
CAPÍTULO 3	33
ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS ESPÉCIES CALLINECTES BOCOURTI E CALLINECTES DANAE (BRACHYURA: PORTUNIDAE) CAPTURADOS EM ÁREA ESTUARINA DA AMAZÔNIA MARANHENSE	
Joayres Alisson Silva Ramos	
Maira Wilson Paiva Gonçalves	
Marina Ferreira Diniz	
Ana Paula Rego Sampaio	
Hozana Soares Borges	
Lucas Nunes da Silva	
Deneilson Neves Santos	
Marina Bezerra Figueiredo	
DOI 10.37423/240408886	
CAPÍTULO 4	49
(RE)CONHECENDO A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DAS ABELHAS ATRAVÉS DA MATEMÁTICA EM ATIVIDADES LÚDICAS	
Jamayca das Graças Serri de Mello	
Rebeca Dias de Souza Coutinho	
Ana Paula Cabral Couto Pereira	
Neuza Rejane Wille Lima	
DOI 10.37423/240408934	
CAPÍTULO 5	72
SAÚDE AMBIENTAL E A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO	
M. Motta Veiga	
DOI 10.37423/240508962	

Capítulo 1



10.37423/240408877

ANALISE TRIBOLOGICA DE MATERIAIS PARA FACAS DE MOINHO PARA POLIMEROS

Janaina Fracaro de Souza Gonçalves

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Gustavo Lombarde

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RodolfoSandoli Viegura

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

EmilienneMoselli Pirolla

Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Resumo: Considerando as dificuldades enfrentadas na reciclagem de plásticos, principalmente devido à necessidade frequente de manutenção nos moinhos, ocasionada pelo processo de moagem dos plásticos em meio a água contaminada, resultando em um desgaste significativo nas bordas cortantes das facas feitas de ligas de FerroCarbono, especificamente aço 5160, este estudo busca identificar uma possível solução ou aprimoramento para prolongar o intervalo entre as manutenções do equipamento. Para isso, foram realizados testes utilizando um tribômetro recíproco do tipo esfera sobre disco, empregando um material resistente à oxidação, o aço inoxidável 440C, como alternativa ao material atualmente utilizado nas facas de corte dos moinhos. O aço inoxidável 440C demonstrou ter um coeficiente de atrito menor em comparação com a liga atualmente empregada. No entanto, alguns pontos foram observados em relação à qualidade inicial das amostras e ao método utilizado nos testes, que merecem ressalvas.

Palavras chave: Sustentabilidade. Desgaste. Lubrificante. Atrito. Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente muitos países e diversas organizações lutam para que ocorra uma melhor conscientização ecológica, muitas vezes dando atenção para poluição do ar, terra e de rios, mares e lençóis freáticos, um material acaba sendo ligado a tudo isso, o plástico. Plásticos são encontrados como contaminantes nas águas e nos solos, já no ar, o plástico acaba contribuindo com a poluição pelos gases emitidos durante sua produção, por ser derivado do petróleo, com isso é necessária se dar grande atenção ao processo de reciclagem deste tipo de material.

A reciclagem de materiais é de grande importância para a sustentabilidade no ciclo de qualquer produto, principalmente nos que são descartados diariamente. No país, cerca de 30% de todo o lixo produzido pode ser reciclado de alguma maneira, sendo apenas 3% destinado ao processo de reciclagem. Os materiais plásticos, cerca de 13,5% de todo o lixo reciclado produzido anualmente no Brasil, equivalente a 10,5 milhões de toneladas, apresenta um percentual de reciclagem de 24%, onde, os outros 76% ainda são indevidamente descartados (ABIPLAST, 2021, PORTAL FMU CENTRO UNIVERSITARIO, 2021).

O processo de reciclagem de plásticos, é a transformação da sucata, lixo coletado das residências, em matéria prima. A matéria prima, comumente, consumida de duas diferentes formas, uma para fabricação de peças extrusadas, utilizando o material moído (primeira linha da Figura 1), e outro para fabricação de peças injetadas, utilizando o material granulado (segunda linha da Figura 1).



Figura 1. Plástico moído e granulado (Lombarde, 2022).

Para a obtenção do material moído, são necessários três processos, sendo eles: separação/classificação, moagem e lavagem, já para o material granulado são necessários outros dois processos adicionais, a secagem e a extrusão/granulação.

Todo o processo de reciclagem apresenta algumas particularidades, como a presença de bastante impureza na sucata de plástico, desde material orgânico, terra até pedras e metais, com isso, é de grande importância uma boa realização do processo de separação/classificação (NEUPLAST, RECICLA SAMPA).

O objetivo da separação/classificação é identificar e separar as matérias de acordo com sua composição, podendo ser poli tereftalato de etileno (PET), polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), poli cloreto de polivinila (PVC), polipropileno (PP) e entre outros tipos de plásticos. O processo também tem a função de eliminar parte das impurezas do material, como grandes e médios pedaços de metais ou peças plásticas que apresentam algum metal, um exemplo, baldes com alça metálica e brinquedos aparafusados. A eficiência deste processo acaba sendo relativamente baixa, devido a presença de pequenos objetos metálicos, como parafusos e porcas que tornam difícil a visualização durante o processo de separação. Sabendo da presença destas impurezas um processo eficiente na reciclagem de materiais como o PEAD, PEBD e o PP, que possuem densidade abaixo de 1000 Kg/m^3 , é a lavagem, onde o material é colocado em uma “piscina de lavagem” e as pedras e metais que não foram removidos durante o processo de separação/classificação afundam, desde que não estejam fixos ao material plástico, enquanto o material plástico boia sobre a água, o processo de lavagem também removeria outras impurezas encrustadas no material como matéria orgânica.

Um dos problemas encontrados neste processo de lavagem, é o formato dos objetos plásticos, que impede a devida lavagem dos objetos para remoção das impurezas que se fixam no plástico, como o material orgânico mencionado anteriormente, o tipo de lavagem necessária para esta parte do processo é uma lavagem forçada. A solução ideal é realizar a lavagem forçada do material moído, para isso, é necessário a realização de dois processos de lavagem, um antes da moagem, removendo as impurezas mais pesadas, como metais, e outra após a moagem removendo as impurezas impregnadas no material.

Por falta de estrutura física ou outros motivos, muitas empresas de reciclagem operam com um único sistema de lavagem propriamente dito e outro paralelo a outro processo, sendo utilizada a moagem molhada da sucata classificada e, posteriormente, despejada na “piscina de lavagem”. A operação

de moagem possui uma adição contínua de água, com o intuito de não só realizar a moagem do material, mas também de realizar a lavagem forçada do material, ao sair do moinho o material cai em uma “piscina de lavagem” onde os materiais mais pesados afundam, o problema deste tipo de sistema é o processamento de pedras e pequenos metais não removidos na classificação do material. Para o processo onde a moagem e lavagem são realizadas simultaneamente, o maior problema encontrado é a necessidade de constante afiamento das facas de corte do moinho, onde a afiação pode ser realizada de uma a duas vezes ao dia, de acordo com a quantidade de material processado no período. A alta necessidade de afiação se deve principalmente a qualidade de água utilizada (Figura 2), tendo em vista que em casos de utilização de água limpa é percebido uma melhora na durabilidade do fio de corte. Por questões ambientais, a água não pode ser descartada à vontade, devendo ser reutilizada o máximo possível, normalmente as empresas realizam apenas um processo de decantação na água suja, mas ainda assim, a água apresenta uma quantidade considerável de particulados ao retornar ao processo de moagem.



Figura 2. Qualidade da água bombeada para o processo de moagem (Lombarde, 2022).

As facas dos moinhos utilizadas para processamento de materiais plásticos, são comumente de liga “comuns” de Ferro-Carbono, mais especificamente aço mola, no caso avaliado para o desenvolvimento do presente trabalho, foi consultado com um fornecedor de facas o tipo de material utilizado, sendo indicado pelo fornecedor que as facas são fabricadas com o material AISI 5160. Como uma possível alternativa para a solução do problema de desgaste excessivo do fio de corte, pode ser sugerido a alteração do material das facas para um material inoxidável, cujas resistências e durezas sejam no mínimo, próximas ao do material Ferro-Carbono já utilizado pela empresa em questão.

Assim, o propósito deste estudo foi avaliar a viabilidade de substituir o aço cromo AISI 5160 (atualmente empregado pelas empresas de reciclagem) pelo aço inoxidável 440C como material das facas dos moinhos. Os resultados incluem a variação de massa após os ensaios, o coeficiente de atrito durante os mesmos e imagens das áreas desgastadas nos testes de desgaste.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliação e comparação entre os materiais propostos, foi necessário a realização de um ensaio que gerasse o desgaste para avaliação, os ensaios foram realizados em um tribômetro recíproco linear do tipo esfera sobre disco (Figura 3). O tribômetro tem seu funcionamento caracterizado pelo seu movimento, onde ele se move horizontalmente em um único eixo, realizando um movimento de para frente e para trás repetidamente.

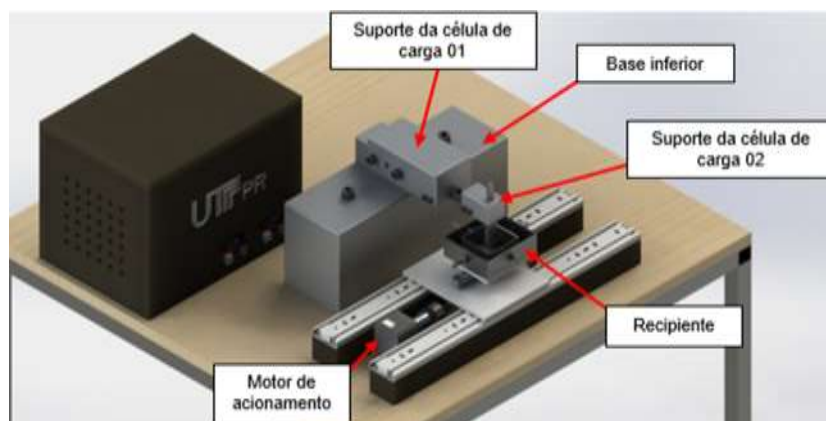


Figura 3. Tribômetro esfera sobre disco do tipo recíproco linear (Valegura, 2022).

Os ensaios seguiram parcialmente a norma ASTM G133 (2016), redigida especificamente para ensaios em tribômetros recíprocos de esfera sobre disco, as condições utilizadas nos ensaios, como distância total percorrida e carga normal, foi de 50% do proposto pela norma, onde a distância percorrida será de 200 metros e a carga normal de 100 Newtons.

Os ensaios foram realizados com esferas de diâmetro de 3/8 de polegadas (Figura 4), ou 9,525 milímetros, medidas seguindo o projeto da máquina utilizada e da norma ASTM G133 (2016), sendo elas referente aos dois materiais propostos para as facas, aço AISI 5160 e AISI 440C. A placa sendo um disco de material polimérico (Figura 4), com dimensões de 40 milímetros de diâmetro e 15 milímetros de altura, sendo escolhido o polipropileno (PP) como material do disco, por apresentar uma maior resistência.



Figura 4. Corpos de prova: esferas de AISI5160, AISI 440C e disco de polipropileno.

Condições fixas para todos os ensaios foram, temperatura ambiente de 25°C e a presença de água suja, coletada de um sistema de moagem de uma empresa de reciclagem, para replicar as condições de operação na indústria em questão.

Comercialmente, não se encontram esferas de aço cromo AISI 5160, encontram-se apenas esferas em aço cromo AISI 52100. Apesar da grande diferença de dureza em condições semelhantes de tratamento térmico, as esferas comerciais não apresentam tratamento algum, enquanto as facas utilizadas nos moinhos passam por tratamento térmico.

Quando comparados, os valores de dureza do material utilizado nas facas, com tratamento térmico, com o das esferas comerciais, que não possuem tratamento térmico, possuem um valor de resistência bem próximo, tornando possível a substituição do material AISI 5160 pelo AISI 52100 para a realização dos ensaios.

Para diminuir a variabilidade operacional dos ensaios e ter um controle maior, foi realizado um planejamento experimental, onde foi constatado a necessidade de se realizar três repetições para cada material das esferas, realizando ao todo um total de seis testes. Na Tabela 1 é apresentado a ordem a serem realizados os ensaios.

Tabela 1. Ordem da realização dos ensaios.

Ordem de Realização	Material
1	Ferro-carbono
2	Aço-Inoxidável
3	Aço-Inoxidável
4	Ferro-carbono
5	Ferro-carbono
6	Aço-Inoxidável

As avaliações e comparações finais entre os materiais foram realizadas em função da quantidade de massa perdida, da região afetada pelo ensaio e do coeficiente de atrito (μ) entre a esfera e o disco. A quantidade de material perdida das amostras foi avaliada em pesagens com balança analítica SHIMADZU ATY 224, já a avaliação do desgaste das amostras, foi realizada via inspeção por microscopia em um microscópio eletrônica por varredura (MEV), TESCAN VEGA 4, onde se avaliou e comparou a região da superfície afetada nas amostras. O coeficiente de atrito (μ) foi adquirido por meio de uma célula de carga do tribômetro, que realizou a aquisição da força de atrito durante todos os ensaios.

3. RESULTADOS

Tendo como objetivo deste trabalho a análise da proposta de substituição do aço cromo AISI 5160 como material das facas dos moinhos, para o aço inoxidável 440C, serão apresentados os dados obtidos como a variação da massa após os ensaios e o coeficiente de atrito durante o ensaio, juntamente com imagens da região ensaiada de cada amostra. Abordando inicialmente em cada tópico o aço AISI 52100, utilizado no lugar do aço AISI 5160, em seguida seu candidato a substituto, aço 440C.

3.1. PERDA DE MASSA

Foram realizadas medições de massa antes e após os ensaios, porém, não foi possível mensurar nenhuma diferença no peso das esferas (Tabela 2), tanto com as esferas de cromo, como nas inoxidáveis. Sendo apenas possível observar uma variação de massa em diferentes unidades de um mesmo lote de fabricação, onde o desvio padrão da massa das esferas de cromo foi de 0,000568, enquanto as esferas de inox apresentaram um desvio bem maior de 0,004636.

Tabela 2. Pesos das amostras antes e após ensaios de desgaste.

Código das amostras	Pesos		Desvio Padrão
	Pré-testes	Pós-testes	
Cromo 1	3,5300	3,5300	0,000568624
Cromo 2	3,5311	3,5311	
Cromo 3	3,5308	3,5308	
Inox 1	3,5336	3,5336	0,00463609
Inox 2	3,5372	3,5372	
Inox 3	3,5280	3,5280	

3.2. COEFICIENTE DE ATRITO

Os valores de coeficiente de atrito foram plotados em decorrer da distância percorrida durante o ensaio, sendo finalizados ao atingir 200 metros percorridos, para a carga normal foi utilizado um peso de 10 quilos, gerando aproximadamente os 100 Newtons.

Com os dados obtidos de coeficiente de atrito, foi possível identificar que nos três casos das esferas de cromo, é apresentada uma tendência de diminuição do valor do coeficiente ao decorrer de quase todo o deslocamento. No primeiro ensaio, Cromo 1 (Gráfico 1- Figura 5) é observado uma tendência horizontal após os 150 metros, enquanto no Ensaio 4, Cromo 2 (Gráfico 2- Figura 5), e no Ensaio 5, Cromo 3 (Gráfico 3 – Figura 5), se observa uma tendência de crescimento do valor do coeficiente, sendo que na amostra Cromo 2 a tendência começa aos 150 metros percorridos e na amostra de Cromo 3 ocorre antes dos 150 metros percorridos. As Amostras 1 e 3 apresentaram uma tendência semelhante entre si, bem horizontalizada e com queda de 0,01 do valor inicial até o final, enquanto a Amostra 2 apresentou uma tendência maior de queda do coeficiente, com diferença de 0,02 entre o inicial e final.

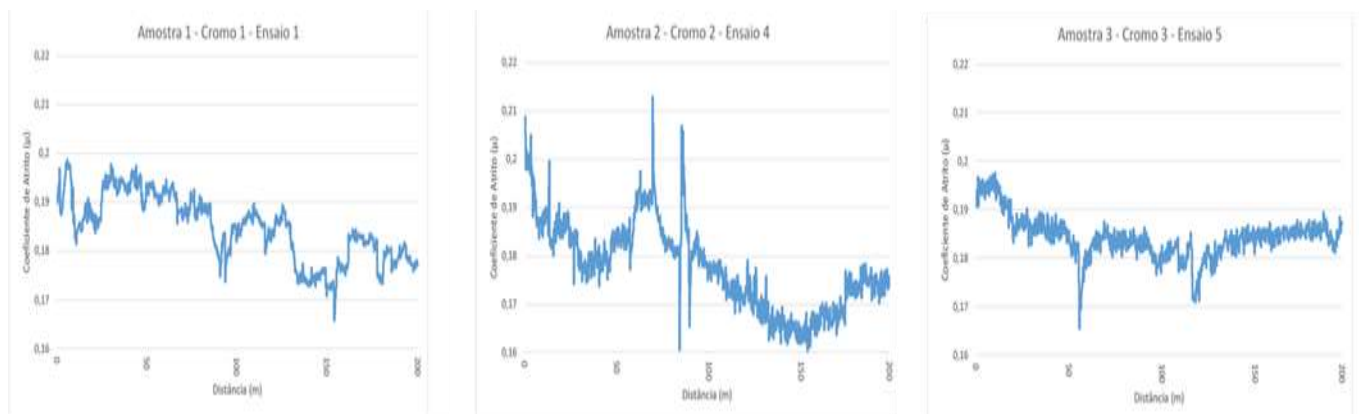


Figura 5. Coeficiente de atrito pela distância percorrida no contato com as amostras de Cromo.

No primeiro ensaio é observado uma grande quantidade de oscilações do coeficiente com relativamente longos período de tempo, enquanto nos outros ensaios apresentados, as variações são menos frequentes, em especial no terceiro ensaio apresentado, Amostra 5, que apresenta duas grandes variações, uma aos 50 metros e outra entre os 100 e 150 metros. No segundo ensaio apresentado, Amostra 2, se observa uma repentina inversão de sentido ao passar da marca dos 150 metros, com ainda 4 grandes picos de variação no valor do coeficiente entre os 50 e 100 metros. Foi realizado uma comparação numérica entre os três ensaios, onde foi calculado o valor médio do coeficiente de atrito de cada teste, o desvio de cada teste para a média global e o cálculo do desvio

padrão individual e das médias (Tabela 3). Fazendo o valor do desvio padrão das medias pelo valor da média global é obtido o valor do coeficiente de variação dos ensaios, onde que, para o caso das esferas de cromo, foi encontrado um valor igual a 0,02172, que equivale dizer que os ensaios tiveram uma variação de resultado igual a 2,17%.

Tabela 3 – Coeficiente de atrito para os ensaios com aço cromo.

Amostras	Média para o Coeficiente de Atrito	Desvio Padrão Individual	Média Global	Desvio da Média	Desvio Padrão das Médias
Cromo 1	0,184706	0,006727	0,182237	0,002469	0,003957
Cromo 2	0,177671	0,009247		-0,004565	
Cromo 3	0,184332	0,004441		0,002095	

Pelo coeficiente de atrito das esferas de inox é encontrado uma tendência de aumento do coeficiente até que se percorrerá 50 metros, após este ponto, o coeficiente apresenta uma tendência de queda. Na amostra 4 (Gráfico 4), Ensaio 2, é observado o menor valor de coeficiente inicial de todas as amostras, 0,16, ao decorrer deste ensaio, é observado poucos picos de variação.

As amostras 5 e 6, Gráfico 5 e Gráfico 6 (Figura 6), respectivamente, apresentam curvas do gráfico bem semelhantes, bem horizontalizadas, sendo a primeira com a presença de grandes picos de variações por curtos períodos de tempo, deixando a linha do gráfico com um aspecto mais grosso, enquanto a segunda apresenta apenas um ponto de oscilação, entre os 50 e 100 metros, variando o valor do coeficiente para um valor maior e logo em seguida para um valor inferior, mas voltando a tendência anterior logo depois.

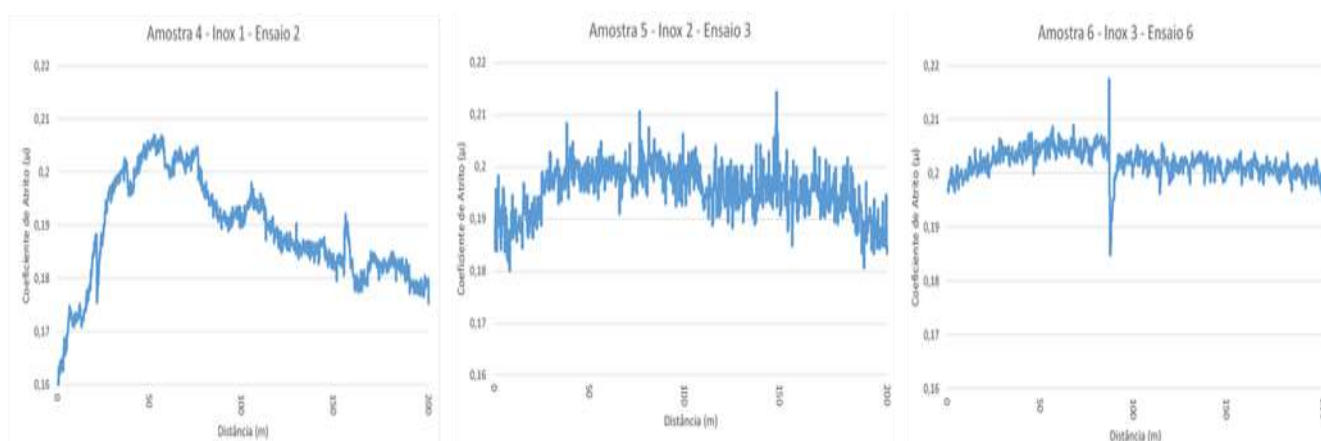


Figura 6. Coeficiente de atrito pela distância percorrida no contato com as amostras de Inox.

Assim como realizado com as amostras de aço cromo, apresentou-se uma comparação entre os valores de coeficiente de atrito para cada uma das esferas de aço inoxidável ensaiadas (Tabela 4). Onde o coeficiente de variação encontrado é de 0,03386, equivalente a uma variação de 3,39%.

Tabela 4 – Coeficiente de atrito para os ensaios com aço inox.

Amostras	Média para o Coeficiente de Atrito	Desvio Padrão Individual	Média Global	Desvio da Média	Desvio Padrão das Médias
Inox 1	0,188751	0,009819	0,1953977	-0,006645	0,006616
Inox 2	0,195456	0,004900		0,000059	
Inox 3	0,201984	0,002630		0,006586	

A respeito dos coeficientes de atrito, 4 dos 6 ensaios realizados atingiram a marca de 200 metros com uma tendência de queda do coeficiente, sendo 3 amostras de inox e apenas 1 de cromo, o que dá um indicio que o coeficiente terá sempre uma tendência de queda para avaliações iguais ou semelhantes a realizada para o aço inox. Ainda sobre o coeficiente de atrito, é seguro dizer que, para o aço cromo, até o ponto avaliado, e um pouco além, o coeficiente apresentará uma tendência de aumento de seu valor, já que o ensaio que se mostrou com uma tendência final de queda, foi o mesmo que apresentou longos picos de variação do valor do coeficiente de atrito (Figuras 5 e 6).

3.3. DESGASTE DA SUPERFÍCIE

Com auxílio de um microscópio eletrônico por varredura (MEV) foi extraído imagens da superfície das esferas ensaiadas. As principais ampliações foram padronizadas em 1000 vezes para melhor comparação das superfícies.

Para a primeira amostra, Cromo 1, foi observado que a superfície fora da zona de teste (Figura 7) possui bom acabamento superficial, tornando mais fácil de identificar padrões de riscos gerados pelo atrito. Foram identificados dois desgastes paralelos na direção diagonal com inclinação para a esquerda, apresentando uma dimensão de 1000 microns. Realizando a mesma análise para a segunda amostra, Cromo 2, foi analisado uma região com um sutil desgaste na direção diagonal com inclinação para a direita (Figura 7). Sendo possível realizar a medição da dimensão do dano na superfície, 960 microns.

Para a terceira amostra, Cromo 3, se observou uma maior dificuldade em se encontrar os padrões de imperfeição na superfície para caracterizar a direção dos desgastes, sendo possível a visualização, com

o desgaste estando orientado na horizontal da imagem. A região desgastada foi de 53 microns de comprimento.

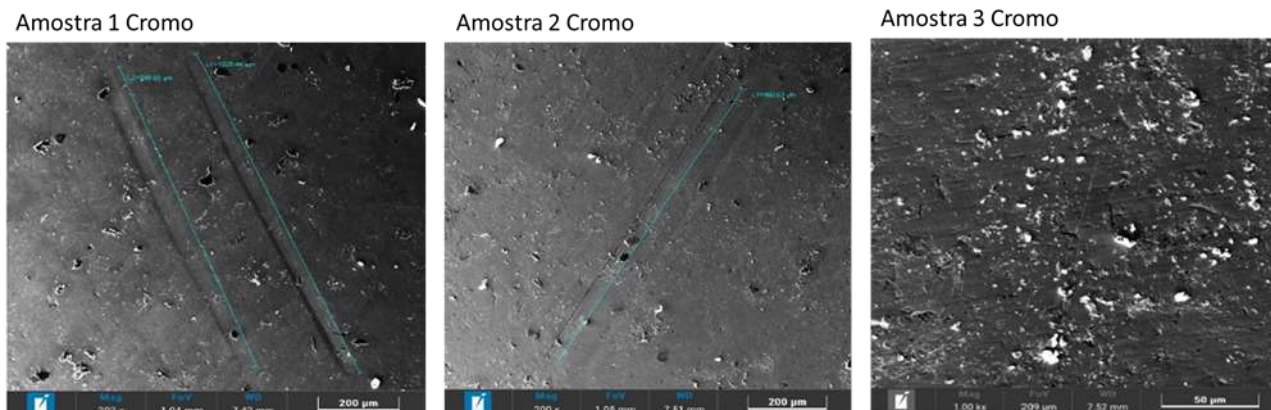


Figura 7. Superfície das amostras de Cromo desgastadas com aumento de 1000x no MeV.

As esferas de Inox, de modo geral, apresentaram um acabamento superficial ruim, o que prejudicou a identificação das regiões desgastadas para avaliação, como pode ser observado na Figura 8.

Na primeira amostra, Inox 1, não foi possível identificar qual era a orientação do desgaste em que a peça sofreu, sendo assim, foi escolhido um desgaste ao centro da área ensaiada.

Para a segunda amostra, Inox 2, a visualização foi mais fácil visualizar, onde se observou dois padrões de orientação, ambos na diagonal, uma com inclinação para a direita e outra para a esquerda, sendo que as duas chegam próxima a uma orientação horizontal.

Na última amostra, Inox 3, observou uma superfície com acabamento superficial melhor que as duas anteriores apresentadas no trabalho, porém, com a mesma dificuldade de se identificar qualquer desgaste gerado pelo ensaio.

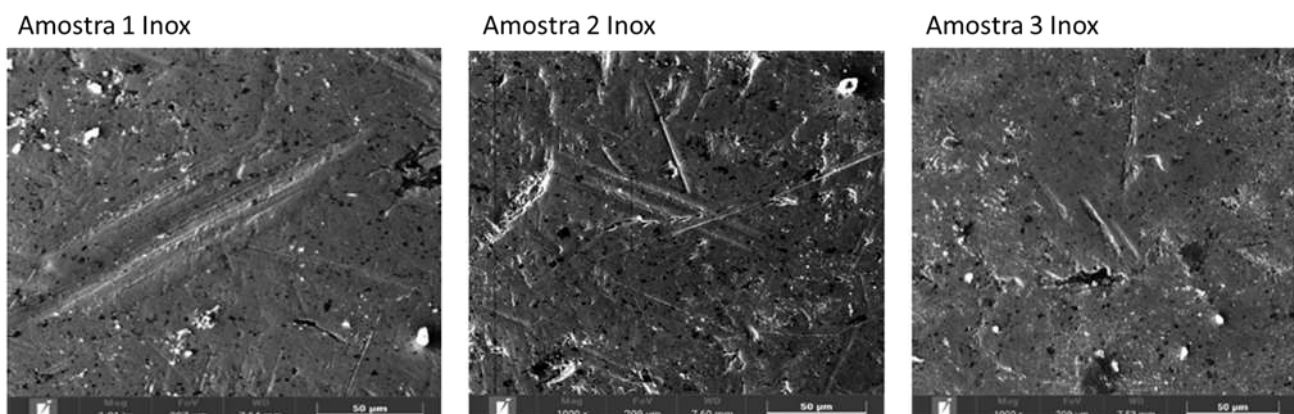


Figura 8. Superfície das amostras de Inox desgastadas com aumento de de 1000x no MeV.

4. CONCLUSÕES

Ao percorrer sobre as imagens obtidas pelo microscópio eletrônico de varredura (MEV), observou-se que o aço cromo exibiu os sinais mais proeminentes de desgaste em todas as amostras analisadas. No caso das esferas de aço inoxidável, uma das amostras revelou desgaste de forma mais evidente, enquanto as outras duas apresentaram dificuldades na visualização do desgaste.

Considerando esses aspectos destacados no presente trabalho, é pertinente afirmar que a proposta de modificar o material das facas do moinho de plástico é justificada. No entanto, é crucial ressaltar que as condições operacionais reais devem ser reproduzidas, incorporando variáveis adicionais, como a variação da carga aplicada e a exposição aos líquidos utilizados nas máquinas de trituração/moagem. Além disso, seria benéfico realizar o ensaio com um número maior de réplicas, a fim de permitir um mapeamento mais abrangente do desgaste ocorrido.

4. REFERÊNCIAS

ABIPLAST. Índice de plástico reciclado pós consumo cresceu em 2019, Segundo estudo encomendado pelo PICPlast, 2021. Disponível

em:<<http://www.abiplast.org.br/noticias/indexdeplasticorecicladoposconsumocresceuem2019segundoestudoencomendadopelopicplast/>>. Acesso em: 14 out. 2021.

ASTM G13305(2016). Standard Test Method for Linearly Reciprocating Ballon Flat Sliding Wear. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.

Lombarde, Gustavo. Análise e comparação de desgaste de materiais para facas de moinho para polimeros. 2022. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

NEUPLAST. Reciclagem de plásticos: conheça o processo. Disponível em:<<https://www.neuplast.com.br/blog/reciclagemdeplasticoconhecaoprocesso/>>. Acesso em: 12 out. 2021.

PORTAL FMU CENTRO UNIVERSITARIO. Reciclagem no brasil: panorama atual e desafios para o futuro, 2021. Disponível

em:<<https://portal.fmu.br/noticias/reciclagemnobilpanoramaatualedesafiosparaofuturo/>>. Acesso em: 12 out. 2021.

RECICLA SAMPA. Tudo o você precisa saber sobre reciclagem de plásticos. Disponível em: <<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/tudooquevoceprecisasabersobre reciclagemdeplastico>>. Acesso em: 12 out. 2021.

Valegura, Rodolfo Sandoli. Manufatura e Validação de um Tribômetro Linear Recíproco. 2022. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

Capítulo 2



10.37423/240408880

USO DA COMPOSTAGEM DESENVOLVIDA POR PARTICIPANTES DE UMA OFICINA EM AÇÕES DE EXTENSÃO

THAYSE EMANUELLE FERREIRA PICANCO

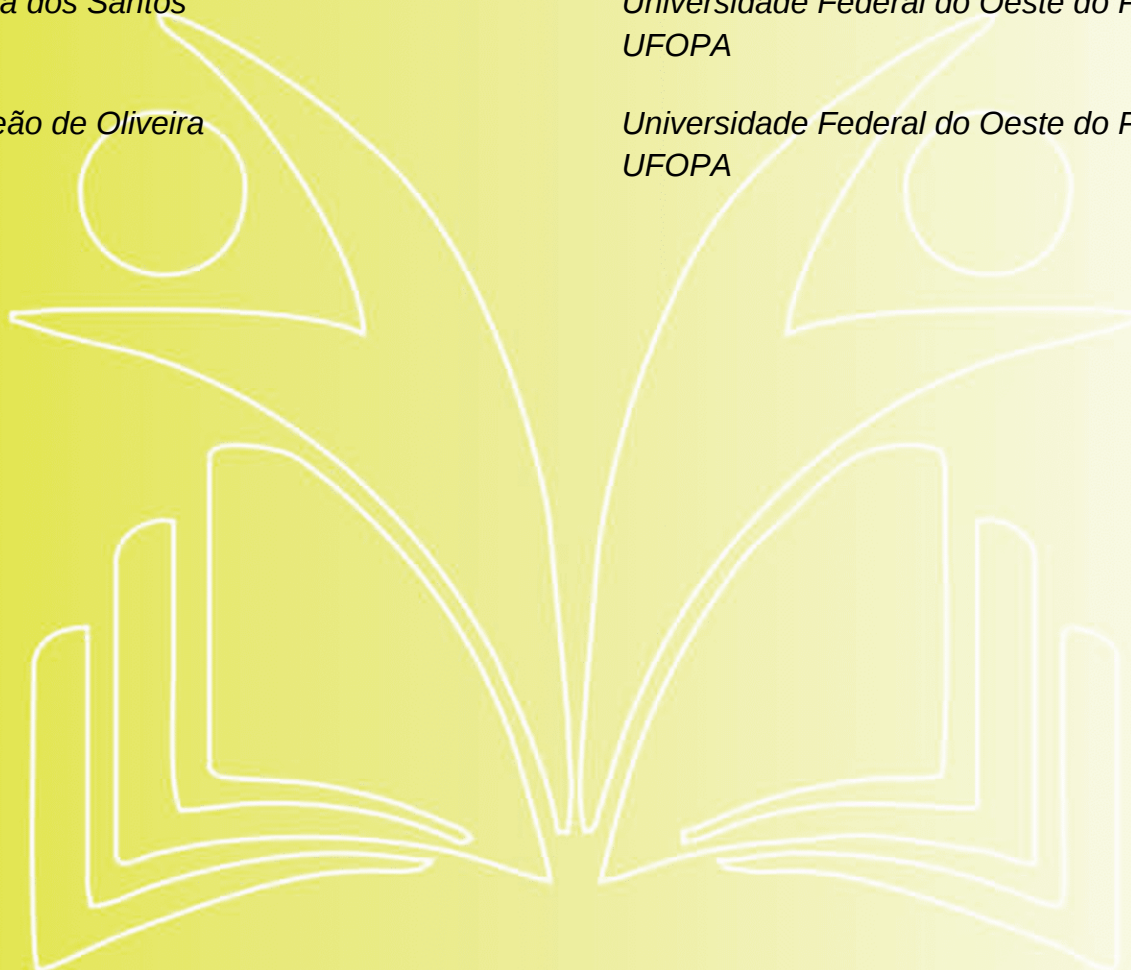
Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

Ione Iolanda dos Santos

Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

Leidiane Leão de Oliveira

Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA



Resumo: A Lei nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e estabelece que somente rejeitos devem ser enviados para disposição final, sendo os aterros sanitários a forma de disposição final considerada como ambientalmente adequada. Os resíduos orgânicos, de maneira geral, são recicláveis, portanto, sua disposição em aterros sanitários deve ser evitada. Visando evitar a grande geração de resíduos sólidos em meio urbano e rural diversos países passaram a adotar conceitos e ferramentas de desenvolvimento sustentável, sendo a compostagem uma alternativa para o tratamento de resíduos orgânicos. A compostagem é uma tecnologia que busca aumentar a eficiência dos processos de reciclagem de resíduos orgânicos, de modo que possam ser reaproveitados no cultivo vegetal com segurança. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo acompanhar a implantação de três compostagens domésticas, nas residências de moradores da ocupação Vista Alegre do Juá em Santarém-PA, participantes da 1ª oficina sobre compostagem doméstica promovida pelo LABINTER/UFOPA. Os participantes foram acompanhados por um aluno que prestou assistência técnica a eles durante 5 meses. Foi constatado satisfação dos participantes, quanto à quantidade e à qualidade dos fertilizantes produzidos, no entanto notou-se a presença de larvas de insetos durante o processo, que foram eliminadas com a utilização de medidas protetivas.

Palavras-chave: Resíduo orgânico. chorume. fertilizantes. adubo. gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

Com o advento da Revolução Industrial, houve a tendência em um aumento da geração de produtos, bens e mercadorias que tinham como subprodutos diversos tipos de resíduos sólidos, que passaram na maior parte das vezes a serem descartados de maneira inapropriada no meio ambiente, gerando diversos impactos diretos indiretos aos seres vivos e ao planeta (Silva e Capanema, 2019, p.5).

Dentre os resíduos sólidos gerados encontram-se os resíduos orgânicos, que são resultados do mau transporte, armazenamento, beneficiamento e manejo de alimentos, desde a sua origem até o consumidor final (Sousa *et al.*, 2022, p.1). O fato é que no mundo, a geração de resíduos orgânicos torna-se cada vez mais grave sendo evidente por conta da crescente demanda por alimentos em função do aumento populacional. Consequentemente, quando não há o tratamento e a disposição correta desses resíduos, pode haver danos ao ambiente e a saúde pública, uma vez que podem causar degradação da paisagem e do meio, odores de decomposição, presença de vetores de doenças e chorume (líquido com alta quantidade de matéria orgânica em degradação) podendo poluir corpos hídricos (Silva *et al.*, 2019, p.2).

Vale destacar, que estes resíduos quando levados aos aterros sanitários, são compactados e soterrados, ocorrendo a decomposição de forma anaeróbica, sem a presença de oxigênio, fato este que resultará em formação de gás metano, sendo este um dos principais aliados ao aquecimento global, e ainda neste contexto é 23 vezes mais agressivo que o gás carbônico. Ressalta-se ainda que o metano é nocivo ao meio ambiente e consequentemente ao ser humano (Monteiro, 2016, p.1).

Visando evitar a grande geração de resíduos sólidos em meio urbano e rural diversos países passaram a adotar conceitos e ferramentas de desenvolvimento sustentável (Vasconcelos *et al.*, 2021, p.3), sendo a compostagem uma alternativa para o tratamento de resíduos orgânicos. Ela é uma técnica de transformação dos resíduos em um composto orgânico com propriedades favoráveis agronomicamente e que pode ser praticada em pequena ou grande escala, incluindo ambientes domiciliares, o que facilita o tratamento dos resíduos orgânicos no próprio local onde é gerado (Da Rosa *et al.*, 2019, p.2).

É importante ressaltar que a compostagem é um dos métodos mais antigos de reciclagem que se tem conhecimento e é um método por meio do qual são imitados os processos de reciclagem dos nutrientes existentes na natureza e que melhora a condição da terra para a agricultura (Monteiro, 2016, p.2).

No Brasil, a lei Federal N° 12.305/2010 dispõe sobre a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos em suas definições e considera a compostagem como uma forma de destinação ambientalmente adequada para os resíduos, tais como os restos de alimentos, galhos e folhas de árvores. O tratamento dos resíduos orgânicos através da compostagem, traz inúmeros benefícios ao meio ambiente, pois trata-se de um processo aeróbico, que reduz ou elimina a exalação de metano e reduz a quantidade de chorume, diminuindo a contaminação de recursos hídricos e de gases causadores do efeito estufa (Monteiro, 2016, p.1).

Os principais subprodutos do processo de compostagem dividem-se em dois grupos, sendo os de natureza sólida, o composto ou o húmus e os de natureza líquida, o chorume. Ou seja, os processos de compostagem transformam o material seco e os resíduos orgânicos em fertilizantes que possibilitam a melhoria da qualidade do solo (Costa, 2022, p.16) se utilizados adequadamente.

Segundo Silva (2023, p.2), a compostagem é uma maneira natural e econômica de reciclar a matéria orgânica, sendo livre de patógenos e útil à adubação de plantas, uma vez que apresenta características nutricionais propícias à fertilização do solo e tem inúmeras utilizações possíveis, entre elas a jardinagem e a horticultura.

A compostagem pode ser realizada de diferentes formas, bem como a disposição dos resíduos orgânicos em pilhas e leiras ou em composteiras, tais como em baldes ou caixas empilhadas, mas todas são dependentes do espaço disponível para implementá-las (Da Rosa et al., 2019, p.4).

Embora, seja uma técnica fácil de ser utilizada, são necessários os conhecimentos básicos acerca do seu desenvolvimento. Além disso, ela também requer dedicação à obtenção do produto e continuidade do processo. Portanto, ressaltamos a importância do conhecimento prévio de quais fatores podem influenciar no processo, bem como a utilização do manejo adequado, para que ao final da compostagem possa-se obter um produto de boa qualidade (Silva, 2023, p.2).

OBJETIVOS:

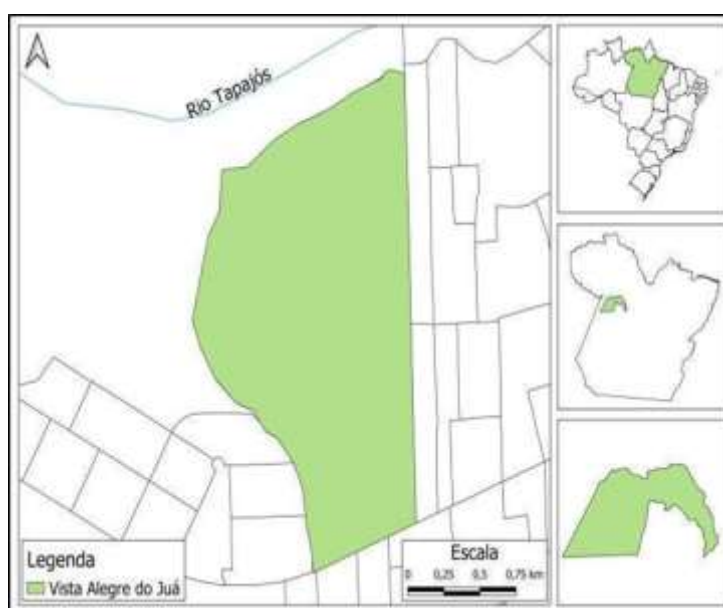
O objetivo deste trabalho foi acompanhar a implantação de três compostagens domésticas, nas residências de moradores da ocupação Vista Alegre do Juá em Santarém/PA, participantes da primeira oficina sobre compostagem doméstica promovida pelo Laboratório Interdisciplinar em Comunidades e Ocupações em Santarém-PA (LABINTER), um projeto de extensão vinculado a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

Localizada na zona oeste do perímetro urbano da cidade de Santarém-Pará, a ocupação Vista Alegre do Juá ($2^{\circ} 26' 27,76''$ S e $54^{\circ} 45' 49,83''$ O) é caracterizada como um aglomerado subnormal, com extensão de aproximadamente 235 hectares (Picanço, *et al* 2022, p. 2) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização geográfica da Ocupação Vista Alegre do Juá em Santarém/PA.



Fonte: Filho et al., 2022, p.2

É uma área periférica e sua população é constituída por um quantitativo de aproximadamente cinco mil famílias de baixa renda, impactadas pelo êxodo rural, que não possuíam moradia própria antes de se fixarem no local, mas que residiam de aluguel ou agregados na residência de parentes (Picanço, *et al* 2022, p.2). A ocupação teve origem no ano de 2009 e formou-se ao redor de uma Área de Proteção Ambiental, segundo o disposto na Lei nº 19.206 de 28 de dezembro de 2012.

Devido a sua ilegalidade, a ocupação sofre com a falta de serviços básicos de saneamento, contaminação de corpos hídricos, deficiência na coleta de resíduos sólidos e falta de drenagem urbana (Filho *et al.*, 2022, p.7-8).

CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa em questão é de caráter qualitativo, atrelada ao projeto de extensão “Laboratório de Intervenção Interdisciplinar em Comunidades e Ocupações em Santarém-PA (LABINTER)”, vinculado a

Universidade Federal do Oeste do Pará, que tem como objetivo desenvolver ações sustentáveis para melhorar a qualidade de vida na cidade de Santarém-PA, desenvolvendo ações interdisciplinares à gestão da água, saneamento e biodiversidade, além de proporcionar oportunidades para melhorar a vida das pessoas que residem em ocupações, tal como aquelas da comunidade Vista Alegre do Juá.

Uma das ações do LABINTER foi a execução do curso de compostagem doméstica ministrado por uma docente, especialista na área, tendo como o público-alvo os estudantes da Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA, que posteriormente atuaram como facilitadores na realização de uma oficina de compostagem doméstica na ocupação Vista Alegre do Juá/Santarém-PA (Figura 2).

Figura 2- Ação realizada na comunidade Vista Alegre do Juá, através do projeto Laboratório de Intervenção Interdisciplinar em Comunidades e Ocupações em Santarém-PA

(LABINTER) da Universidade Federal do Oeste do Pará



Fonte: De autoria própria.

Durante a oficina, os comunitários aprenderam a confeccionar as composteiras domésticas, usando materiais acessíveis e de baixo custo, para utilizá-las posteriormente na compostagem de resíduos orgânicos para a produção de adubo orgânico.

Esse modelo de composteira pode ser construído com produtos de reutilização (Figura 2), como os baldes de 15 litros vazios, oriundos de embalagens de manteigas e margarinas usados na cozinha de supermercados e padarias. Mas, também pode ser feita a partir do reaproveitamento de embalagens

que seriam descartadas em casa. Este modelo é muito útil às áreas urbanizadas ou para locais com pouco espaço, podendo ser utilizado até mesmo em apartamentos (Dos Santos *et al.*, 2022, p.7).

A montagem das composteiras costuma ser realizada com a disposição dos resíduos, nos sistemas de compostagem em camadas, respeitando a relação carbono e nitrogênio, baseado no método de Pereira neto (1999, p.1709-1716), que consiste em colocar uma parte de resíduos ricos em nitrogênio (esterco, frutas, legumes, vegetais) e três de resíduos ricos em carbono (Serragem, folhas secas, cascas).

No treinamento dos comunitários, as composteiras receberam uma pequena quantidade de matéria orgânica (Figura 3), que serviu como o inóculo inicial. Podemos citar como exemplo de inoculantes o esterco e as camas de animais, tortas vegetais, terra da mata etc. (Wangen e Freitas, 2010, p.3). Posteriormente, foi acrescentada uma outra camada de resíduo orgânico, proveniente de sobras vegetais de cozinha e casca de ovos e por último, uma camada de material seco, tais como folhas de árvores e serragem.

Figura 3- Montagem da compostagem realizada por participantes do projeto Laboratório de Intervenção Interdisciplinar em Comunidades e Ocupações em Santarém-PA (LABINTER)



Fonte: De autoria própria.

Os participantes foram orientados a depositar os resíduos orgânicos no balde superior até o seu enchimento total, após, trocá-lo de posição com o segundo balde, que se encontrava no meio da

composteira, para então, um novo processo de deposição de resíduos orgânicos e folhas secas ser iniciado. O terceiro balde ficou reservado à coleta do chorume. Após as orientações recebidas, os participantes colocaram em prática o conhecimento adquirido.

No final do curso foram sorteadas três composteiras (Figura 4) entre os comunitários participantes da ação. Os contemplados ficaram responsáveis por desenvolver todo o processo de compostagem em suas residências, recebendo a assistência técnica de um discente por um período de cinco meses.

Figura 4 - Esquema ilustrativo do modelo de composteira doméstica construído e sorteado na oficina do projeto Laboratório Interdisciplinar em Comunidades e Ocupações em Santarém-PA – LABINTER



Fonte: De autoria própria.

Os participantes sorteados foram identificados e tratados como Participante 1 (P1), Participante 2 (P2) e Participante 3 (P3). As percepções do aluno responsável pela assistência técnica foram recolhidas e registradas para uma posterior análise.

RESULTADOS

De todos os participantes, o único que não recebeu o acompanhamento durante a execução do trabalho foi o participante 3. Foram feitas inúmeras tentativas de contato com ele, mas todas sem sucesso, pois o endereço e o contato de telefone fornecidos por ele eram desconhecidos ou levavam a outras pessoas que não tinham conexão com o desenvolvimento do projeto.

Os demais participantes depositaram os resíduos orgânicos de suas composteiras no balde superior (balde 1, conforme a Figura 4) até o seu enchimento total. Após, eles o trocaram de posição com o segundo balde (balde 2). No segundo balde foram introduzidos mais resíduos orgânicos úmidos (cascas de hortaliças e de ovos, borra de café, etc.) e secos (principalmente, folhas secas, serragem e palhas), para recomençar mais um processo de compostagem. O terceiro balde foi deixado para a captura de chorume, que é um líquido formado pela umidade escorrida dos baldes 1 e 2 da pilha (Figura 2). Podemos perceber, com base nos dados apresentados, que a montagem e a condução da compostagem pelos participantes 1 e 2 estavam de acordo com as orientações ministradas na 1ª Oficina de Compostagem Doméstica promovida pelo Labinter/Ufopa na ocupação Vista Alegre do Juá-PA.

Após a finalização do processo de compostagem, o composto resultante (Figura 5) apresentou uma cor escura e um cheiro de terra, alertando desta maneira estar apto a sua utilização (Da Rosa *et al.*, 2019, p.10).

Figura 5 - Composto orgânico produzido pelo P1 morador da ocupação Vista Alegre do Juá em Santarém-PA.



Fonte: De autoria própria.

Constatou-se que ambos os participantes, produziram uma "alta" quantidade de composto e de chorume (Quadro 1), contudo, as quantidades geradas não foram medidas.

Quadro 1- Produção e utilização dos fertilizantes obtidos por três participantes da ocupação Vista Alegre do Juá/Santarém-PA, sorteados na 1ª oficina de compostagem do projeto de extensão Laboratório Interdisciplinar em Comunidades e Ocupações em Santarém-PA - LABINTER/UFOPA.

Parâmetros	P1	P2	P3
Quantidade de Composto	Alta	Alta	-
Utilizou o Composto	Sim	Sim	-
Quantidade de Chorume	Alta	Alta	-
Utilizou o Chorume	Sim	Sim	-

Fonte: De autoria própria.

Faz-se necessário destacar que o resíduo orgânico líquido, é um biofertilizante de excelentes propriedades e deve ser diluído em água para ser utilizado. Recomendando-se a sua diluição na proporção de 1 litro de chorume para cada 10 litros de água e uma aplicação a cada 15 dias (De Araújo, 2023, p.9).

Segundo os participantes, os compostos orgânicos finalizados, assim como o chorume total produzido foram utilizados na adubação do solo, onde cultivaram suas plantas e hortaliças percebendo-se um aumento e uma melhora no crescimento das mesmas (Figura 6). Essa constatação vai de encontro ao explicado por Tonini *et al.* (2020, p.2), quando diz que o composto gerado na compostagem serve para enriquecer o solo, ajudando a renovar a sua estrutura, devolvendo o material orgânico a ele, melhorando a sua retenção de água e aumentando a sua microbiota. Essas condições aumentam a sua fertilidade e possibilitam às plantas aumentarem a sua capacidade de absorção de nutrientes.

Figura 6- Planta adubada com composto orgânico por moradores na Ocupação Vista Alegre do Juá em Santarém-PA



Fonte: De autoria própria.

Foi constatada a presença de larvas, durante o processo de compostagem que, provavelmente, foram causadas pela deposição dos ovos de pequenos mosquitos que tinham acesso aos furos presentes nas laterais superiores dos baldes. Esse resultado foi controlado após as orientações ministradas pelo aluno que estava supervisionando os participantes. Ambos os participantes foram orientados a fazerem um pré-tratamento dos resíduos orgânicos em freezer por pelo menos 4 h antes de acrescentá-los na composteira e/ou, acrescentar nas laterais dos baldes, uma tela de malha fina para evitar a entrada dos mosquitos/insetos.

Os compostos gerados na ocupação Vista Alegre do Juá são geralmente descartados de maneira inapropriada. Algumas vezes são queimados, em outras são recolhidos por coletores privados que cobram uma taxa de recolhimento para levá-los até os pontos de coleta municipal de lixo (Filho *et al.*, 2022, p.6-7).

O reaproveitamento da matéria orgânica reduz os custos de coleta, promove a reciclagem dos nutrientes do solo e possui outros benefícios para o meio ambiente, tais como a prevenção da poluição da água, do solo e do ar e a disseminação de vetores de doenças. Constata-se que os investimentos nesta parte são essenciais à eficiência da gestão ambiental urbana no Brasil, reduzindo o desperdício (Albino *et al.*, 2021, p.6).

CONCLUSÃO

Os participantes acompanhados durante a execução deste trabalho, demonstraram grande satisfação quanto aos resultados obtidos, pois consideraram que as quantidades e a qualidade do adubo e do chorume obtidos foram grandes e altas, respectivamente, fazendo com que suas plantas se tornassem mais vigorosas, saudáveis e de melhor crescimento.

Outra conclusão obtida com base nos resultados apresentados é que devemos ter atenção quanto aos furos das laterais dos baldes, para que eles sejam pequenos e/ou cobertos com um tipo especial de tela que permita a aeração da composteira e impeça a passagem de pequenos insetos, principalmente mosquitos.

Sugere-se que em futuros trabalhos sejam registrados os tipos e as quantidades de resíduos acrescentados na composteira, bem como a quantidade e o pH do composto e do chorume (fertilizantes) produzidos durante a compostagem. Sugerimos, se possível, fazer uma análise da composição mineral dos fertilizantes, gerando dados mais precisos e robustos para uma recomendação de adubação/manejo do solo mais assertiva e consequentemente, de maior

produtividade ao cultivo. Além disso, a obtenção dessas informações é de suma importância para quem produz fertilizantes com fins comerciais, pois agrega valor de mercado e traz retorno financeiro.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Albino, Juliano da Silva et al. Impacto da compostagem na redução do lixo residencial. 2021. Disponível em:

http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/6849/1/meioambiente_2021_2_julianodasilva_impactodacompostagem.pdf.pdf.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm.

Costa, Lucas Tinoco Barbosa Leite da. Análise do potencial do chorume de compostagem como subproduto comercializável. 2022.

Da Rosa, Liciane Oliveira et al. Valorização dos resíduos orgânicos do setor de hortifrutigranjeiro pelo processo de compostagem doméstica. Semioses, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2019.

De Araújo, Elisangela. Modelo de composteira doméstica: um relato de experiência utilizando resíduos orgânicos com adição de folhas secas e serragem. 2023. Tese de Doutorado. Universidade do Estado de Minas Gerais.

Filho, Max Willer Pinheiro Moreira et al. Deficiência no atendimento de coleta de resíduos na totalidade da Ocupação Vista Alegre do Juá, Santarém - PA. In: Anais Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. Anais...Três Rios(RJ) ITR/UFRRJ, 2022. Disponível em:<<https://www.even3.com.br/anais/11sigabi/571952-DEFICIENCIA-NO-ATENDIMENTO-DE-COLETA-DE-RESIDUOS-NA-TOTALIDADE-DA-OCUPACAO-VISTA-ALEGRE-DO-JUA-SANTAREM---PA>>. Acesso em: 05/07/2023 21:47

Monteiro, José André Verneck. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. Revista Educação Ambiental em Ação, v. 20, n. 77, p. 1, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Andre-Monteiro/publication/303839901_Beneficios_da_compostagem_domestica_de_residuos_organicos/links/57577c6b08ae5c6549042a0b/Beneficios-da-compostagem-domestica-de-residuos-organicos.pdf

DOS SANTOS, Karin Luise et al. O ensino da compostagem doméstica como instrumento para promoção da economia circular em sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 17, n. 6, p. 296-319, 2022.

Silva, Vanessa Pinto Machado; Capanema, Luciana Xavier de Lemos. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. 2019. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Rio de Janeiro, Brasil, 2019.

Silva, Paloma Daycy Mendes et al. O uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas domiciliares. MIX Sustentável, v. 5, n. 4, p. 63-70, 2019.

Silva, Juliana Lima da. Estudo da compostagem doméstica como instrument de sustentabilidade ambiental e melhoria da qualidade de vida: uma revisão bibliográfica. 2023.

PEREIRA NETO, João Tinoco; LELIS, Marcelo de Paula Neves. Variação da composição gravimétrica e potencial de reintegração ambiental dos resíduos sólidos urbanos por região fisiográfica do Estado de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1999. p. 1709-1716.

Picanço, Thayse Emanuelle Ferreira, Bernardes, Vanessa Mota; Dos Santos, Ione Iolanda; Sousa, Mauricio Dumont Ferreira; Brelaz, Alicejanny da Silva; Mendes, Janaina dos Santos; Filho, Max Willer Pinheiro Moreira; De Sousa, David Nicolas Rodrigues; Alves, Anna Raisa; De Oliveira, Leidiane Leão. Diagnóstico da percepção dos moradores da Ocupação Vista Alegre do Juá Santarém/PA. À questão do descarte de resíduos orgânicos e o uso de compostagem doméstica. . In: Anais Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. Anais...Três Rios (RJ) ITR/UFRRJ, 2021. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/11sigabi/572021-DIAGNOSTICO-DA-PERCEPCAO-DOS-MORADORES-DA-OCUPACAO-VISTA-ALEGRE-DO-JUASANTAREMPA-A-QUESTAO-DO-DESCARTE-DE-RESID>>. Acesso em: 06/07/2023 14:46.

Santarém. Lei nº 19.206 de 28 de dezembro de 2012. Área de proteção ambiental do juá. Santarém: Prefeitura municipal, [2012].Disponível em:

https://sapl.santarem.pa.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2012/164/164_texto_integral.pdf. Acesso em: 22 agosto. 2023.

Sousa, Mauricio Dumont Ferreira; Dos Santos, Ione Iolanda; Brelaz, Alicejanny da Silva; Mendes, Janaina dos Santos; Alves, Anna Raisa da Costa; Moreira Filho, Max Willer Pinheiro; Cunha, Suelen Machado; Picanço, Thayse Emanuelle Ferreira; de Sousa, David Nicolas Rodrigues; De Oliveira, Leidiane Leão. Viabilidade econômica de composteira doméstica utilizada em projeto de extensão no município de Santarém/PA. In: Anais Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. Anais... Três Rios (RJ) ITR/UFRRJ, 2022. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/11sigabi/566565-VIABILIDADE-ECONOMICA-DE-COMPOSTEIRA-DOMESTICA-UTILIZADA-EM-PROJETO-DE-EXTENSAO-NO-MUNICIPIO-DE-SANTAREMPA>>. Acesso em: 05/07/2023 21:35.

Tonini, William Cristiane Teles; DOS SANTOS, Antônia Ferreira; TONINI, Rita Maria Costa Wetler. Compostagem como alternativa para aumento da produtividade de hortaliças. Revista Sertão Sustentável, v. 2, n. 1, p. 69-74, 2020.

Vasconcelos, Osmar Luis Silva; Marques, Georgiana Eurides de Carvalho; Lorena, Rodrigo Barbosa; Nojosa, Ellen Cristine Nogueira. Métodos de compostagem doméstica de materiais orgânicos produzidos em ambiente urbano. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 40341-40353, 2021. Acesso em: 05/07/2023 01:28.

Wangen, Dalcimar Regina Batista; Freitas, Isabel Cristina Vinhal. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. Revista brasileira de agroecologia, v. 5, n. 2, p. 81-88, 2010.

Capítulo 3



10.37423/240408886

ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS ESPÉCIES CALLINECTES BOCOURTI E CALLINECTES DANAE (BRACHYURA: PORTUNIDAE) CAPTURADOS EM ÁREA ESTUARINA DA AMAZÔNIA MARANHENSE

Joayres Alisson Silva Ramos

universidade estadual do maranhão

Maira Wilson Paiva Gonçalves

universidade estadual do maranhão

Marina Ferreira Diniz

universidade estadual do maranhão

Ana Paula Rego Sampaio

universidade estadual do maranhão

Hozana Soares Borges

universidade estadual do maranhão

Lucas Nunes da Silva

universidade estadual do maranhão

Deneilson Neves Santos

universidade estadual do maranhão

Marina Bezerra Figueiredo

universidade estadual do maranhão



INTRODUÇÃO

Os estuários são zonas de transição do ambiente de água doce para água-marinha (Sandoval-Huerta *et al.*, 2014). Devido ao grande aporte de nutrientes, esses ambientes se tornam um dos sistemas mais produtivos do mundo, com altas taxas de produtividade primária e quantidades significativas de biomassa (Meziane *et al.*, 2006; Azevedo *et al.*, 2008), sendo caracterizados por uma notável diversidade de fatores físicos que exercem influência sobre eles, como flutuações no nível do mar, movimentos de mistura e estratificação da coluna d'água, variações na turbidez e nas concentrações de salinidade. Em virtude dessa alta variabilidade, tais ecossistemas podem ser descritos como altamente instáveis (Martins, 2012).

Devido a sua alta produtividade, os estuários funcionam como um berçário para diversas espécies, entre elas estão as espécies do gênero *Callinectes*, que possuem ampla distribuição em estuários já que eles suportam as variações de temperatura e salinidade dessas áreas (Rodrigues; D'incao, 2008).

Em seu habitat, os siris, como são conhecidos popularmente os indivíduos do gênero *Callinectes*, são considerados predadores bentônicos, por conta disso, eles exercem uma importante função nos sistemas aquáticos, podendo influenciar diretamente na abundância de espécies daquele local (Ferreira, 2012). Além disso, eles apresentam o hábito de perfuram o sedimento por meio da bioturbação o que provoca um revolvimento do solo acelerando o processo de absorção dos nutrientes no solo (Rodrigues, 2006; Rodrigues; D'incao, 2014).

Além de sua importância ecológica, a importância econômica desta espécie também foi descrita por autores como Braga *et al.* (2021), Jomar (2021) e por Mantelatto; Fransozo (1999), devido sua grande aceitação no mercado, constituindo parte da culinária típica nordestina. Devido a essa ampla aceitação, o siri-vermelho é explorado por meio da pesca comercial e artesanal, no qual muitas famílias ribeirinhas que moram próximas a áreas estuarinas fazem uso desse recurso como complementação de renda ou até mesmo como forma de subsistência (Magalhães *et al.* 2011; Ribeiro, 2019; Nascimento, 2021).

Por mais que essas espécies possuam tamanha importância ecológica e econômica, até o presente momento poucos trabalhos acerca do gênero *Callinectes* foram desenvolvidos no litoral maranhense, como os de Lima (2018) que estuda *C. danae* como biomarcador em áreas portuárias; Pestana *et al.* (2020) que estudam o gênero *Callinectes* como fauna acompanhante em pesca camaroeira e Righi *et al.* (2022) que estudam *C. ornatus* e *C. bocourti* como biomarcadores de contaminação por metal em

áreas estuarinas. Sendo assim, nota-se que ainda existe uma carência acerca do entendimento dos aspectos ecológicos do gênero *Callinectes*.

Sabe-se que conhecer os aspectos ecológicos de uma espécie possibilita o embasamento para o desenvolvimento de políticas sustentáveis, evitando declínios populacionais, proporcionando um melhor manejo e conservação desse recurso. Dessa forma, o presente trabalho objetiva verificar os aspectos ecológicos das espécies *Callinectes bocourti* e *Callinectes danae*, alvos da pesca artesanal de landroá, em um complexo estuarino da Amazônia maranhense.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi conduzido na Bacia do Rio Tibiri localizado na cidade de São Luís - MA, na parte sudeste da Ilha do Maranhão (02° 35' e 02° 43' Sul e 44° 10' e 44° 18' W). O rio percorre cerca de 16,04 km em seu leito principal, abrangendo uma área de 140,04 km² (Campos *et al.*, 2009). O clima da região é caracterizado como quente e úmido, situando-se entre os padrões equatorial e tropical. Ele apresenta dois períodos bem definidos marcados pelas chuvas: um período chuvoso, que vai de janeiro a junho, e outro de estiagem, que vai de julho a dezembro (Azevedo *et al.*, 2008). As precipitações pluviométricas ao longo do ano totalizam mais de 2.000 mm.

Os aspectos geoambientais da área de estudo são típicos de um ambiente estuarino, devido à sua localização no Golfão Maranhense, que abriga diversos sistemas de drenagem, incluindo o Rio Tibiri, que deságua na baía de Arraial. Os estuários são caracterizados pela presença de água salobra, mangues, lama, bancos de areia e possuem uma ampla biodiversidade (Andrade *et al.*, 2022). Os pontos pesquisados foram o ponto 1: Tuaçu (2.63328° S, 44.22581° W); ponto 2: Tajaçuaba (2.63497° S, 44.21931° W) e o ponto 3: Cajupary (2.64883° S, 44.21443° W) (Figura 1).

Figura 1: Esquema da localização do Rio Tibiri e os pontos no Município de São Luís, Maranhão, Brasil.



Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

COLETA DE DADOS *IN SITU*

As amostragens ocorreram mensalmente, entre agosto de 2022 a maio de 2023 com auxílio de uma canoa para o deslocamento sobre o rio. O material biológico foi capturado através da pesca artesanal com auxílio do petrecho landroá e o uso de isca de origem bovina, sendo partes do nariz e da boca. O landroá é um petrecho de pesca cuja rede é cônico-cilíndrica (malhagem 30 mm), equipada com uma boia para a marcação de cada perímetro (Figura 2). Esse petrecho foi colocado na água para captura dos siris ao longo de um transecto com 3 três pontos amostrais com distanciamento de aproximadamente 5 metros entre eles. Cada ponto amostral contou com 10 unidades de landroás. O esforço amostral teve duração de 1 hora em cada ponto durante a maré baixa. Após a captura, os siris foram crioanestesiados em caixas térmicas com gelo picado, identificados por ponto amostral e transportados ao Laboratório de Biologia Pesqueira (BIOPEsq), da Universidade Estadual do Maranhão.

Figura 2: Arte de pesca utilizada (Landroás) na captura de siris do gênero *Calinectes* no Rio Tibiri, em São Luís - MA no período de agosto de 2022 a maio de 2023.



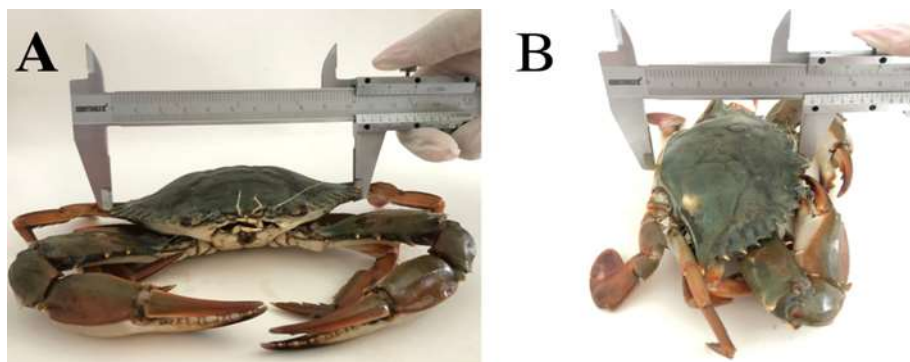
Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

Foram realizadas análises nas amostras de água dos diferentes pontos, utilizando um equipamento multiparâmetro, com o objetivo de identificar a temperatura da água na superfície (°C).

PROCEDIMENTO LABORATORIAL

Em laboratório foram aferidos os dados biométricos corporais de cada espécime coletada com auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,1mm, a saber: a largura do cefalotórax (LC mm) que é aferida na maior dimensão da carapaça e comprimento do cefalotórax (CC mm) da margem anterior a posterior da carapaça (Figura 3).

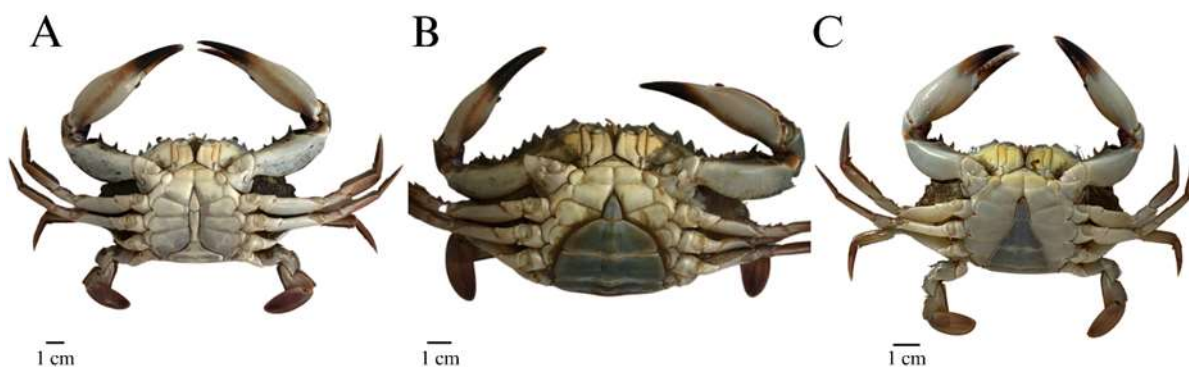
Figura 3: *Callinectes bocourti* e a medida da largura da carapaça (A) e comprimento de carapaça (B) capturados no Rio Tibiri, em São Luís - MA no período de agosto de 2022 a maio de 2023.



Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

Além disso, foi aferido o peso total (PT g) através de uma balança digital de precisão de 0,01g. Os organismos foram sexados através da anatomia do abdômen e nos apêndices abdominais, uma vez que apresentam dimorfismo sexual: a fêmea apresenta o abdômen arredondado, quase semicircular e livre da carapaça ventral e o macho possui abdômen longo, delgado e na forma de “T” invertido (figura 4). Os organismos foram e sexados conforme Williams (1974) em que as fêmeas imaturas possuem abdômen triangular e fêmeas adultas possuem abdômen arredondado, quase semicircular.

Figura 4: *C. bocourti*. Verificação do sexo de acordo com as características do abdômen. (A): abdômen do macho na forma de “T” invertido; (B): abdômen da fêmea quase semicircular; (C): abdômen da fêmea juvenil de formato triangular.



Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Os dados foram tabulados em planilhas do Office Excel e a relação peso-largura foi obtida por meio da regressão linear com função de potência. A frequência de ocorrência foi calculada considerando o número de amostras onde cada táxon ocorreu em relação ao total de amostras analisadas.

A largura da carapaça (LC) foi utilizado como a variável independente x , na maioria dos casos, uma vez que esta é a medida que melhor representa o tamanho total da dimensão de crustáceos, a escolha das variáveis dependentes foi baseada na importância destas estruturas para processo reprodutivo (Hartnoll, 1982).

Os dados de largura da carapaça e peso total foram submetidos à análise de regressão, utilizando a função de potência ($y = axb^2$), onde PT = a variável dependente (y), LC = a variável independente (x), “a” = o fator de condição (Santos, 1978), e “b” = ganho de peso ou alometria (Pinheiro e Fransozo, 1993), para identificação do tipo de crescimento alométrico, que é estabelecido pelo valor de “b” da

equação, que quando igual a 3 é classificado como isometria, menor que 3 alometria negativa, e maior que 3 alometria positiva.

A abundância dos organismos foi estimada através da captura por unidade de esforço (CPUE), que calcula o número dos siris capturados por uma quantidade específica de esforço de pesca, neste caso, 10 landroás de pesca. A CPUE foi definida mensalmente como capturas (n)/número de siris capturados × horas de pesca; os scores de CPUE foram confrontados com os scores de temperatura para investigar possíveis correlações entre as variáveis. Todos os testes estatísticos foram realizados ao nível de significância de 5% (Rohlf e Sokal, 1995).

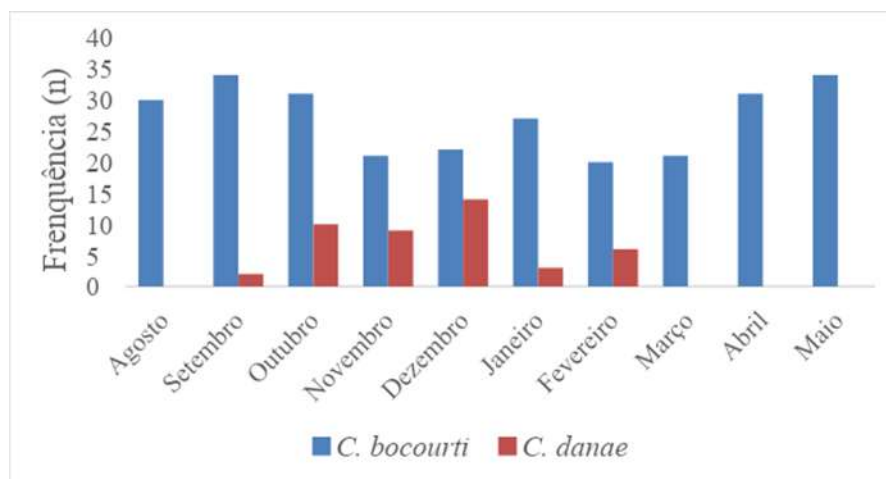
As análises estatísticas, com exceção da frequência de ocorrência, foram aplicadas apenas para a espécie com o maior número de capturas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

OCORRÊNCIA DO GÊNERO *CALLINECTES* NO RIO TIBIRI

No presente estudo foram capturados 337 espécimes (246 machos e 91 fêmeas) do gênero *Callinectes*, pertencentes às espécies *C. danae* (Smith, 1869) e *C. bocourti* (A. Milne Edwards, 1879). Durante a amostragem observou-se uma maior quantidade de organismos da espécie *C. bocourti*, que esteve presente em todos os meses de coleta, representado 85,9% em relação ao número total de indivíduos, enquanto *C. danae* (13,0%) foi capturada somente entre os meses de setembro a fevereiro (figura 5).

Figura 5: Ocorrência de siris do gênero *Callinectes*, capturados no Rio Tibiri, no São Luís - MA no período de agosto de 2022 a maio de 2023.



Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

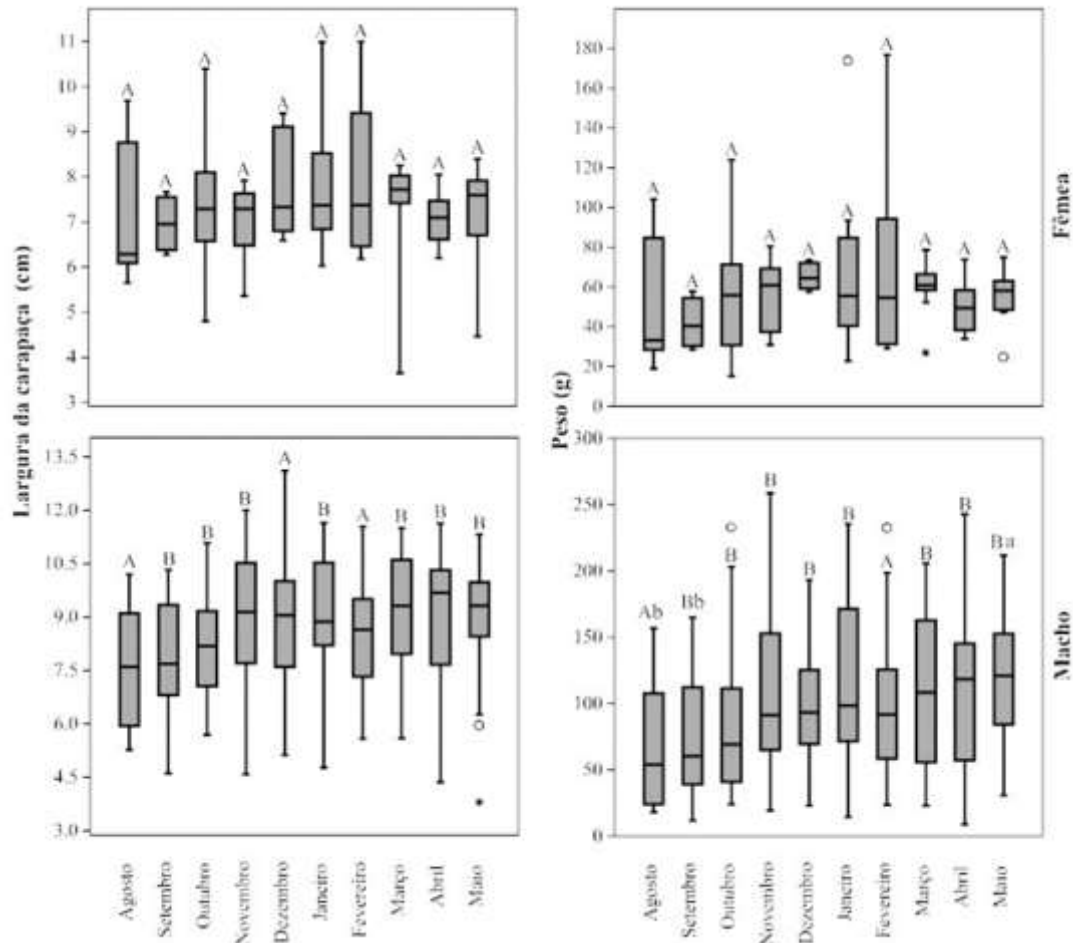
Observou-se que a espécie *C. bocourti* apresentou maior abundância em comparação a *C. danae* em todo o período de coleta. Estudos anteriores realizados em complexos estuarinos, como o de Carvalho (2009) no estuário do rio Cachoeira, em Ilhéus (BA) e o de Severino-Rodrigues *et al.* (2001) no estuário de São Vicente, SP, demonstraram resultados divergentes em relação à abundância do gênero *Callinectes*. Essa diferença pode ser atribuída, em parte, à característica euritópica de *C. bocourti*, conforme discutido por Macieira e Joyeux (2011) e Trindade (2023), já que essa espécie possui uma capacidade adaptativa que lhe confere maior tolerância ao regime hidrodinâmico-sazonal presente em seu habitat. Essa capacidade adaptativa pode permitir que *C. bocourti* prospere em diferentes condições ambientais, resultando em sua predominância em determinadas áreas de estudo.

Desta forma, a baixa abundância de *C. danae* pode estar relacionada a fatores específicos do local de estudo, como características ambientais e interações com outras espécies, uma vez que, segundo Santos (2008) muitas espécies do gênero apresentam comportamento migratório conforme os períodos chuvosos e outras são capazes de suportar salinidades bastante baixas. Tal comportamento pode influenciar na abundância relativa das diferentes espécies do gênero *Callinectes* durante o ano, assim como na razão sexual das espécies estudadas.

ANÁLISES MORFOMÉTRICAS

Após comparar as variáveis da largura e peso entre machos e fêmeas, pode-se perceber que, os machos coletados obtiveram valores maiores do que as fêmeas, com relação a largura da carapaça e ao peso os machos apresentaram maior amplitude no mês de dezembro e as fêmeas no mês de fevereiro (Figura 6).

Figura 6: Gráfico de largura da carapaça (LC) e peso de machos e fêmeas de *Callinectes bocourti* capturados no Rio Tibiri, em São Luís - MA no período de agosto de 2022 a maio de 2023. Linha horizontal na caixa indica média de peso e largura; caixa representa desvio padrão; extremos das linhas indicam valores máximos e mínimos por mês. Letras minúscula significam diferença estatísticas intrasexual. Letras maiúsculas significam diferença estatísticas intersexual.

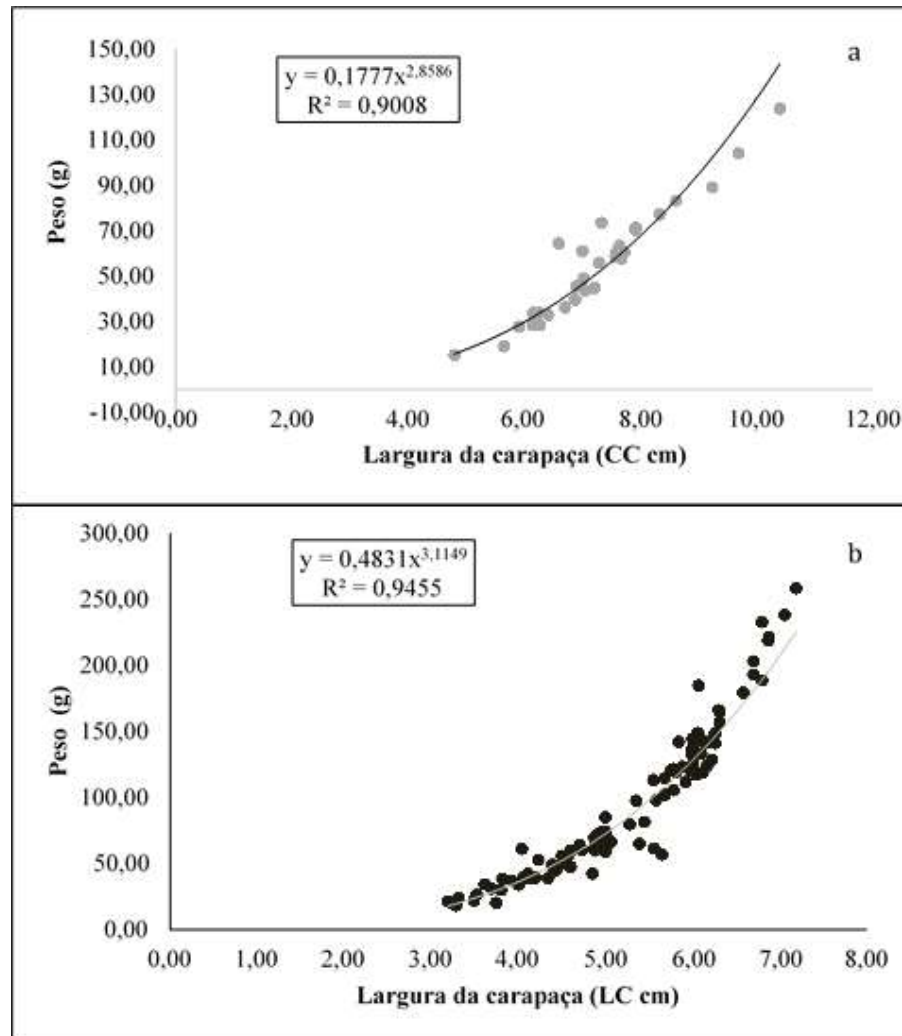


Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

Os machos possuírem valores de peso e comprimento superiores aos das fêmeas corroborar com os padrões de crescimento de portunídeos aquáticos, uma vez que, um tamanho superior, fornece maiores vantagens reprodutivas. Segundo Carvalho et al., (2011) e Baptista et al, (2003), o macho ser maior que a fêmea possibilita uma melhor manipulação na hora da cópula, além e conseguirem sucesso na hora do combate.

Ao submeter o peso e a largura à análise de regressão de função potência, foi obtida uma forte correlação entre esses parâmetros para fêmeas e machos ($R=0,89$ e $0,94$), sendo possível observar uma alometria negativa nas fêmeas ($b<3$) e positiva para os machos ($b>3$) (Figura 7).

Figura 7: Relação peso /largura da carapaça (P/LC) para as fêmeas (a) e machos (b) de *Callinectes bocourti* capturados no Rio Tibiri, em São Luís - MA no período de agosto de 2022 a maio de 2023.



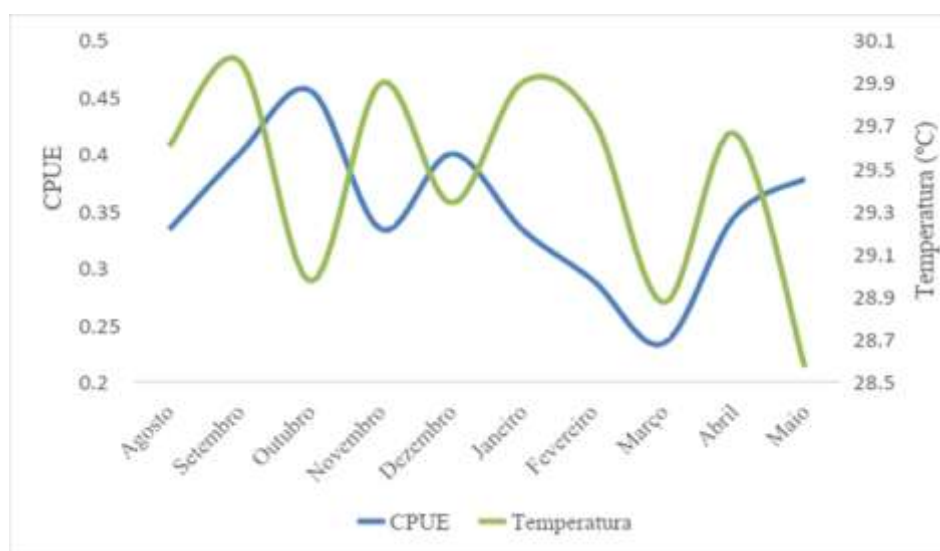
Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

Considerando que a análise de regressão representa como uma medida que cresce em relação à outra (Hartnoll, 1978), as fêmeas estão destinando mais energia para a largura do que para o peso, e os machos destinam mais energia para o peso com relação a largura. Dessa forma, os resultados obtidos corroboram com estudos anteriores conduzidos por Severino-Rodrigues *et al.* (2012), realizado no complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (SP) e por Branco *et al.* (2004), em Penha, Santa Catarina, que obtiveram alometria positiva para machos de *C. danae* e de *C. ornatus* respectivamente. Segundo Mantellato e Martinelli (1999), essas diferenças alométricas entre os sexos podem ser atribuídas ao maior gasto energético das fêmeas para a gametogênese do que os machos, que por sua vez podem investir mais energia no crescimento somático. Aliado a isso, os machos precisam ser maiores para desempenhar o papel de proteção das fêmeas, além do processo de combate e territorialismo presente nos espécimes machos (Guimarães-Silva *et al.*, 2015; Christy, 1987).

ANÁLISES AMBIENTAIS E CPUE

Durante o estudo, não foram observados impactos das variações sazonais ao longo do tempo, e constatou-se que a temperatura permaneceu constante durante as coletas. Com relação a Captura por Unidade de Esforço (CPUE) altos valores foram registrados de agosto a dezembro (período seco), com pico em outubro, enquanto valores mais baixos foram registrados de janeiro a março (período chuvoso), sendo observado um padrão inversamente proporcional com a temperatura observada, excerto em março e abril (Figura 8).

Figura 8: Relação Captura por unidades de esforço – CPUE (N/mês/tempo) e temperatura do siri de *Callinectes bocourti* capturados no Rio Tibiri, em São Luís - MA no período de agosto de 2022 a maio de 2023.



Fonte: Acervo do Laboratório de Biologia Pesqueira – UEMA

Um estudo realizado por Celis-Sánchez *et al.* (2014), também obteve uma CPUE alta para *C. sapidus* durante o período de seca. Estudo realizado na Amazônia por Jomar (2021) demonstrou que a quantidade de siris capturados mensalmente variou ao longo do ano, com um pico na metade da safra (março a abril), enquanto no presente estudo, o pico ocorreu em setembro e outubro. Conforme Branco e Fracasso (2004), a sazonalidade pode ser um fator determinante na existência de diferenças significativas na CPUE.

A CPUE também pode ser afetado pelo substrato, haja vista que o substrato impacta diretamente na presença de organismos bentônicos (Costa, 2020), como é o caso dos indivíduos do gênero *Callinectes*, segundo Coelho e Ramos-Porto (1980) o *C. bocourti* prefere áreas de areia e lama, como é o caso do estuário do rio Tibiri. Além disso, a salinidade impacta na presença desses organismos, haja vista que

C. danae tem preferência por áreas com maior salinidade, podendo suportar até áreas hipersalinas, enquanto *C. bocourti* prefere áreas de baixa salinidade (Melo, 1996; Keunecke, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo investigou os aspectos ecológicos das espécies de siris do gênero *Callinectes* ocorrentes no Rio Tibiri, com foco nas espécies *C. bocourti* e *C. danae*. Os resultados obtidos mostraram diferenças significativas entre essas espécies em relação à sua abundância, com *C. bocourti* demonstrando maior predominância em todo o período de coleta.

Essas diferenças podem ser atribuídas à característica euritópica de *C. bocourti*, que possui uma capacidade adaptativa que lhe confere maior tolerância ao regime hidrodinâmico-sazonal presente em seu habitat. Por outro lado, a baixa abundância de *C. danae* pode estar relacionada a fatores específicos do local de estudo, como características ambientais e interações com outras espécies.

Em relação ao crescimento, os siris de ambos os sexos apresentaram diferenças no tamanho, com os machos exibindo um crescimento alométrico positivo e as fêmeas um crescimento alométrico negativo. Essas diferenças podem ser atribuídas ao processo reprodutivo das fêmeas, que direcionam sua energia para a gametogênese, enquanto os machos continuam crescendo mesmo após atingirem a maturidade sexual.

Além disso, o estudo mostrou a eficácia da captura por unidade de esforço (CPUE) na estimativa da abundância dos siris, indicando uma maior oferta de *C. bocourti* durante todo o período da pesquisa. No entanto, é importante ressaltar que essas conclusões são baseadas nos dados específicos coletados neste estudo e podem estar sujeitas a variações geográficas e temporais. Estudos adicionais são necessários para confirmar e aprofundar esses padrões, bem como para compreender melhor os fatores que influenciam nesses aspectos ecológicos dos siris do gênero *Callinectes*.

No contexto da gestão e conservação dessas espécies, os resultados deste estudo fornecem informações valiosas para entender sua ecologia e ajudar na implementação de medidas de manejo adequadas. Essas informações podem contribuir para a tomada de decisões baseadas em dados científicos, visando à proteção e preservação das espécies *C. bocourti* e *C. danae* e de seus habitats naturais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. A.; BEZERRA, J. F. R.; MORAIS, M. S.; LISBOA, G. S.; PINTO, E. J. G.; MATOS, M. V. C. Análise geomorfológica e processos erosivos acelerados na bacia hidrográfica do rio Tibiri, Ilha do Maranhão. *Revista Formação (Online)*, v. 29, n. 54, p. 593-618, 2022.
- AZEVEDO, A.C. G de; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008.
- BAPTISTA, C.; PINHEIRO, M. A. A; BLANKENSTEYN, A.; BORZONE, C. A. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, p. 661-666, 2003.
- BRAGA, A. A.; DE OLIVEIRA, A. C. M.; ZAPPES, C. A. Caracterização da pesca e importância dos crustáceos a partir da percepção de pescadores artesanais do sul do Espírito Santo, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, v. 16, n. 1, p. 59-71, 2021.
- BRANCO, J. O.; FRACASSO, H. A. A. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, p. 91-96, 2004.
- CAMPOS, A. E. L., NUNES, G. S., OLIVEIRA, J. C. S. D., TOSCANO, I. A. S. de Avaliação da contaminação do Igarapé do Sabino (Bacia do Rio Tibiri) por metais pesados, originados dos resíduos e efluentes do Aterro da Ribeira, em São Luís, Maranhão. *Química nova*, v. 32, p. 960-964, 2009.
- CARVALHO, F. L. Distribuição das espécies de *Callinectes* (Brachyura. Portunidae) no estuário do Rio Cachoeira. Ilhéus-Bahia-Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz. 2009.
- CARVALHO, E. A. S.; CARVALHO, F. L.; COUTO, E. C. G. Maturidade sexual em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (crustacea: decapoda: portunidae) no litoral de Ilhéus, BA, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 51, p. 367-372, 2011.
- CELIS-SÁNCHEZ, J. A., ESTRELLA-CANTO, A. J., POOT-LÓPEZ, G. R., GONZÁLEZ-SALAS, C.; LÓPEZ-ROCHA, J. A.. Abundancia estacional de crustáceos asociados a la captura artesanal de jaiba azul (*Callinectes sapidus*) en Sisal, Yucatán, México. *Journal of Marine and Coastal Sciences*, v. 6, p. 75-89, 2014.
- CHRISTY, J. H. Competitive mating, mate choice and mating associations of brachyuran crabs. *Bulletin of Marine Science*, v. 41, n. 2, p. 177-191, 1987.
- COELHO, P. A.; RAMOS-PORTO, M. Crustáceos decápodos da costa do Maranhão, Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, v. 29, p. 135-138, 1980.
- COSTA, K. G.; RESENDE, P. H. S.; JABOUR, I.; CORDEIRO, F. S.; ., PEREIRA, R.C; FUZARI, T.; MUSIELO-FERNANDES, J; BASILIO, T. H. Invertebrados: moluscos, poliquetas e crustáceos., p. 102-149, Espírito Santo, 2020.
- FERREIRA, L. S., D'INCAO, F. Dinâmica populacional do siri-azul *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no baixo estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. 2012.

- GUIMARÃES-SILVA, A. A.; SHINOZAKI-MENDES, R. A; ANDRADE, H. A. Morphometric analysis of swimming crabs *Callinectes danae* (Crustacea, Portunidae) from the Santa Cruz Canal, Pernambuco Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 10(3): 203-211. 2015.
- HARTNOLL, R. G A determinação do crescimento relativo em Crustacea. *Crustaceana*, v. 34, n. 3, p. 281-293, 1978.
- HARTNOLL, R. G.; BLISS, D. E. The biology of Crustacea: embriology, morphology and genetics. Growth, p. 111-196, 1982.
- JOMAR, J. M. P. Pesca artesanal e morfometria do siri-vermelho *Callinectes bocourti* A. Milne-Edwards, 1879 [in A. Milne-Edwards, 1873-1880] em um estuário amazônico. 2021. 72 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2021.
- KEUNECKE K.A.; D'INCAO F; VERANI J.R.; VIANNA M. Estratégias reprodutivas de dois caranguejos simpátricos *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus* (Crustacea: Portunidae) em um sistema estuarino, sudeste do Brasil. *Jornal da Associação Biológica Marinha do Reino Unido* . 2012.
- LIMA, I. M. A. Biomarcadores em *Callinectes danae* (crustacea, decapoda, portunoidea) para monitoramento ambiental em áreas portuárias na ilha do Maranhão, Brasil. Dissertação (Mestrado em ciência animal). Universidade Estadual do Maranhão. 2018.
- MACIEIRA. R. M. & JOYEUX. J.C. Distribution patterns of tide pool fishes on a tropical flat reef. *Fish. Bull.* 109:305–315. 2011.
- MAGALHÃES, H. F.; COSTA NETO, E. M.; SCHIAVETTI, A. Saberes pesqueiros relacionados à coleta de siris e caranguejos (Decapoda: Brachyura) no município de Conde, Estado da Bahia. *Biota Neotropica*, v. 11, p. 45-54, 2011.
- MANTELATTO, F. L. M.; FRANSOZO, A. Biologia reprodutiva e ciclo de muda do caranguejo *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) da região de Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Crustaceana*, v. 72, n. 1, p. 63-76, 1999.
- MANTELATTO, F. L. M.; MARTINELLI, J. M. Carapace width-weight relationships of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from Ubatuba Bay, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 87, p. 111-116, 1999.
- MARTINS, A. S. P. Estrutura populacional e distribuição espaço-temporal dos Portunídeos (Crustacea: Decapoda) da Baía de Sepetiba, RJ. Dissertação de Mestrado. UFRRJ / Sepetiba – RJ, 2012.
- MELO, G. A. S. Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro, 1ª Edição. São Paulo, São Paulo, Plêiade/FAPESP. 603p, 1996.
- MÉZIANE, T.; D'AGATA, F.; LEE, S. Y.. Destino da matéria orgânica do mangue ao longo de um estuário subtropical: exportação em pequena escala e contribuição para a alimentação das comunidades de caranguejos. *Série Progresso da Ecologia Marinha* , v. 15-27, 2006.
- NASCIMENTO, T. O. Avaliação dos aspectos biológicos do Siri-azul *Callinectes danae*, Smith, 1869 (Brachyura: Portunidae) através de indicadores morfofisiológicos: um estudo no litoral Norte de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2021

PESTANA, S. S., VIANA, A. R. C., DINIZ, A. L. C., Sousa, D. B. de, & Almeida, Z. da S. Comparação entre a produção pesqueira do camarão branco e a fauna de siris do gênero *Callinectes* na pesca de zangaria no Município de Raposa, Maranhão – Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p.7732- 7749. 2020.

PINHEIRO, M. A. A.; FRANZOZO, A. Análise da relação biométrica entre o peso e a largura da carapaça para o siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.36, p. 331-341. 1993.

RIBEIRO, J. J. R. Análise temporal da maturação do siri *Callinectes bocourti* (A. Milne Edwards, 1879) na planície fluviomarinha do Rio São Francisco. Monografia (Bacharelado em engenharia de pesca) - Universidade Federal de Alagoas, Penedo, 2019.

RIGHI, B. D. P.; ABUJAMARA L. D. ; BARCAROLLI I. F. ; JORGE M. B.; ZEBRAL Y.

D. ; COSTA P. G. ; MARTINEZ C. B. R.; BIANCHINI A. Response of biomarkers to metals, hydrocarbons and organochlorine pesticides contamination in crabs (*Callinectes ornatus* and *C. bocourti*) from two tropical estuaries (São José and São Marcos bays) of the Maranhão State (northeastern Brazil). *Chemosphere*, v. 288, p. 132649, 2022.

RODRIGUES, M. A.; D'INCAO, F. Biologia reprodutiva do siri-azul *Callinectes sapidus* no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 40, n. 2, p. 223-236, 2014.

RODRIGUES, M. A.; D'INCAO, F. Comparação do crescimento entre *Callinectes sapidus* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) coletados em campo e mantidos em condições controladas. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 98, p. 372-378, 2008.

RODRIGUES, M. A.. Crescimento e ciclo de mudas de *Callinectes Sapius* (Rathbun, 1896) no estuário da Lagoa dos Patos. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2006.

ROHLF, F. James; SOKAL, Robert R. Statistical tables. Macmillan, 1995.

SANDOVAL-HUERTA, E.R., Madrigal-Guridi, X., Escalera-Vázquez, L.H., Medina-Nava, M. & Domínguez-Domínguez, O. Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del Pacífico mexicano central. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 1184-1196. 2014.

SANTOS, E. N. Estudo da biologia do siri azul *Callinectes danae* Smith no estuário do Rio Ceará, município de Caucaia, Ceará, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso / Universidade Federal do Ceará. 2008.

SANTOS, E.P. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. São Paulo, HUCITEC/EDUSP. 129p.1978.

SEVERINO-RODRIGUES, E., PITA J. B., GRAÇA-LOPES R.. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 27: 7-19, 2001.

SEVERINO-RODRIGUES, E., MUSIELLO-FERNANDES, J., MOURA, Á. A. S., BRANCO, G. M. P., & CANÉO, V. O. C.. Biologia reprodutiva de fêmeas de *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) no complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (SP). Boletim do Instituto de Pesca, v. 38, n. 1, p. 31-41, 2012.

TRINDADE, J. Q.. Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Callinectes bocourti* A. Milne-Edwards, 1879, em estuários da Amazônia Brasileira. Tese de Doutorado. Ufra-Campus Belém. 2023.

WILLIAMS, A.B. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda,Portunidae). Fishery Bull. Washington, 72 (3):685-798. 1974.

Capítulo 4



10.37423/240408934

(RE)CONHECENDO A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DAS ABELHAS ATRAVÉS DA MATEMÁTICA EM ATIVIDADES LÚDICAS

Jamayca das Graças Serri de Mello

Centro Universitário UNIFACVEST

Rebeca Dias de Souza Coutinho

Universidade Federal Fluminense

Ana Paula Cabral Couto Pereira

Colégio Universitário Geraldo Reis

Neuza Rejane Wille Lima

Universidade Federal Fluminense



Resumo: O conservacionismo prevê o uso racional e o manejo criterioso das espécies de interesse social, envolvendo a gestão das espécies e ambientes através do uso racional. Para abordar esse tema em turmas do Ensino Fundamental pode-se lançar mão de atividades lúdicas. Assim, filmes de animação são instrumentos válidos para abordar conteúdos didáticos através do imaginário, apesar de não terem, geralmente, compromisso com a realidade. Assim, há de se criar estratégias didáticas que possam tirar proveito do inverídico. O objetivo do presente estudo foi testar estratégias para abordar de modo lúdico a Biologia das Abelhas através da Matemática. Em quatro tempos de aula, com 40 minutos de duração cada, foram realizadas as atividades: uma breve conversa sobre o filme Bee Movie; aplicação de dois jogos de advinha: “Abelhas em Números” e “Colmeia em Números”; montagem de duas colmeias didáticas (plana e tridimensional); degustação de quatro produtos apícolas; exposição das 45 fotos usadas nos jogos para os alunos indicarem as favoritas. Verificou-se que o envolvimento dos alunos na execução das atividades (jogar, degustar, construir as colmeias, reescrever frases dos jogos, e apontar figuras favoritas) possibilitou a construção de novos saberes, através de curiosidade, criatividade, colaboração e cientificidade relacionadas à diversidade e a importância das abelhas. Além das colmeias construídas coletivamente, cada aluno ficou com as planilhas dos jogos respondidas e corrigidas que passaram a funcionar como apostilas sobre as abelhas que reuniu conhecimentos biológicos e matemáticos sobre as abelhas, confirmando que a disciplina de Matemática, para além da resolução de problemas, pode viabilizar a criação de atividades que estimulem a reflexão e a compreensão sobre a importância de animais como as abelhas em ambientes naturais e agriculturáveis.

Palavras- chave: *Apis mellifera*, Bee Movie, Ensino de Biologia, Ensino de Geometria.

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade deve estar orientada para valorar a qualidade do ambiente, extensivo aos seres vivos, envolvendo práticas de justiça social, participação popular, sustentabilidade e rendimentos conciliáveis (Trajano, 2010; Reis da Silva, 2015). Assim, o conservacionismo “apregoa o uso sustentável da natureza, afina-se com o progresso científico e com a crença na capacidade da tecnologia de mitigar as externalidades ambientais, o que implica a ausência de condicionantes ao modelo de desenvolvimento econômico extensivo.” (Reis da Silva, 2015, p. 234).

Atualmente, no âmbito da alfabetização científica, os filmes, as animações e os documentários têm sido reconhecidos como importantes recursos empregados nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Oliveira, 2006; Marcello, 2010; Vieira; Rosso, 2011; Carrera, 2012; Junior; Zanella, 2016; Scheid; Reis, 2016), pois

“o cinema, especialmente as animações, trazem questões sociais e ambientais passíveis de reflexão. Por conta disso, encontramos nestes artefatos ambientes profícuos para discussões, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico pautado no respeito aos ecossistemas naturais” (Jesus, 2001, f. vii).

Para tanto, há de se fazer análises fílmicas contundentes para se tirar o máximo daquele que há muito é consagrado como a sete arte - o cinema - que vem sendo positivamente explorado por vários autores (Gomes, 2008; Gomes-Maluf, 2008; Santos, 2009; Marcello, 2010; Santos; Piassi, 2010; Carrera, 2012; Kornis; Morettin, 2013; Perinelli Neto; Paziani, 2015; Pecelli et al., 2016).

Filmes de ficção não possuem necessariamente um compromisso com a realidade, uma vez que são expressões artísticas de criação (Gomes-Maluf, 2008; Oliveira, 2006). Por exemplo, nos filmes *Bee Movie* (2007), *Vida de Inseto* (1998) e *FormiguinhaZ* (1998), observa-se que os personagens principais são machos que têm a função de “operários”. Porém, nos insetos representados nessas histórias tal função é sempre desempenhada por fêmeas: (i) abelhas com ferrão - gênero *Apis*; (ii) saúvas (gênero *Atta*) (Marques et al. 2021; Mello, 2022; Mello, et al., 2023). Questões como essa pode gerar inúmeras abordagens em sala de aula, em diferentes níveis de formação, como por exemplo, as diferentes funções de uma abelha operária durante sua vida, desconstruindo o que se coloca no filme *Bee Movie* (Santos ; Piassi, 2010; Picelli et al., 2016; Jesus, 2020; Mello, 2022; Mello et al., 2023),

Dessa forma, além de o cinema estimular a curiosidade sobre conhecimentos a respeito do Homem e da natureza, o uso de filmes como instrumento didático pode servir para estimular o senso crítico quando informações inverídicas do ponto de vista científico são discutidas de modo (re)construtivo

(Gomes, 2008; Marques et al., 2021; Mello, 2022; Mello et al., 2023). Para alavancar a visão crítica-construtiva dos alunos a respeito do conhecimento que lhe é apresentado pelo cinema há de se conduzir análises fílmicas contundentes embasadas em conhecimentos técnico-científicos (Gomes-Maluf, 2008; Marques et al., 2021; Moreira ; Barros, 2022; Oliveira, 2006).

Desses modos, análises fílmicas e seus desdobramentos vem se consolidando como mais uma estratégia na aplicação das TICs. Porém, “o professor deve saber apropriar-se dos recursos que as TIC oferecem” (Reis et al., 2021, p. 533) de acordo com a demanda de cada grupo focal e dos conteúdos a serem abordados e avaliados (Marcello, 2010). Um filme por si só não serve a esse propósito, pois há de se desenvolver estratégias didáticas para tirar proveito pedagógico dos conteúdos (verídicos e inverídicos), bem como de assuntos correlatos (Oliveira, 2006; Gomes, 2008; Gomes-Maluf; Souza, 2008; Abreu, 2010; Marcello, 2010; Scheid; Reis, 2016).

O presente estudo é um desdobramento de uma monografia na área de Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF - CEDERJ), defendida por Mello no início de 2022. Nessa monografia, foi examinado o filme animado 'Bee Movie' (A História de uma Abelha), lançado em 2007, que apresentou atividades lúdicas que não puderam ser testadas em sala de aula devido às medidas de distanciamento social impostas pela pandemia causada pelo novo vírus SARS-CoV-2 (Lima; Rezende, 2020). O propósito central do presente estudo consistiu em testar a eficácia dessas estratégias lúdicas ao abordar a Biologia das abelhas por meio do uso da Matemática.

PROCEDIMENTOS

O estudo faz parte da linha de pesquisa que atende o tripé universitário: ensino, pesquisa e extensão, sob o título “Biologia & Cinema - quando a diversão, o (re)conhecimento e a (re)construção de saber se encontram” – cadastro SIGPROJ sob o Protocolo: 389405.2206.51214.12062023. O grupo focal do estudo foi a turma do 7º ano do Ensino Fundamental II do Colégio Universitário Geraldo Reis (Coluni-UFF), instituição de Educação Básica ligada à Universidade Federal Fluminense (UFF). Contando com 30 alunos, a turma cursava, à época, o primeiro trimestre do ano letivo de 2022, com as aulas abordando o módulo Geometria na disciplina de Matemática. Para realizar a pesquisa os pais e/ou responsáveis pelos alunos assinaram os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – modelo FIOCRUZ).¹

As atividades foram realizadas em quatro tempos de aula com 40 min. de duração:

Aula 1: foi promovida uma roda de conversa para informar que estudaríamos a Biologia das abelhas através da Matemática para abordar o hexágono regular, entre outros conteúdos. Em seguida, o filme Bee Movie foi mencionado, visando apontar, de modo crítico e construtivo, as informações biológicas e sociais da história de uma abelha (Mello, 2022; Mello, 2023). Em seguida, foi testado o **Jogo 1** (“Abelhas em Números” - Mello, 2022);

Aula 2: foi testado o **Jogo 2** (“Colmeia em Números” - Mello, 2022). Na sequência, os alunos foram orientados a escolher frases dos jogos para preencher os hexágonos regulares (alvéolos) e construir a colmeia plana didática;

Aula 3: foi reservada para a construção da colmeia tridimensional didática;

Aula 4: houve a degustação de produtos apícolas, construção de varal ilustrado com as 45 imagens que foram usadas para ilustrar as respostas esperadas anunciadas.

Cada um dos dois jogos foi aplicado em um tempo de aula (45 min.). Na primeira aula, cada aluno recebeu um formulário impresso com 20 perguntas (P-1 a P-20) (**Quadro 1**). Na segunda aula, os formulários contendo 17 perguntas (P-21 a P-37) (**Quadro 2**) também foram entregues individualmente. Cada uma das perguntas continha três respostas possíveis no formato de múltipla escolha. Os **Quadros 1** e **2** contêm somente as respostas certas. A lista de todas as respostas está publicada na monografia (Mello, 2022) e no e-book (Mello et al., 2023).

Quadro 1 – Vinte perguntas (P-1 a P-20) e as respostas esperadas (RE-1 a RE-20) do Jogo de Advinha 1 (“Abelhas em Números”) aplicado na turma do 7º. Ano do Ensino Fundamental do Coluni em abril de 2022.

Perguntas e Respostas Esperadas
P-1. Quantas espécies de abelha existem no mundo? / RE-1. 25 mil podendo chegar a 40 mil.
P-2. Quantas espécies de abelha que têm ferrão e produzem veneno? / RE-2. Somente 7 espécies que reúnem 29 tipos (subespécies)
P-3. As abelhas surgiram a partir de uma espécie de vespa. Quando isso aconteceu? / RE-3. Há 135 milhões de anos, muito antes de os dinossauros desaparecerem.
P-4. Quantas pessoas em todo mundo são picadas pelas abelhas com ferrão, a cada ano? / RE-4. Aproximadamente 15 mil pessoas
P-5. No mundo, 140 pessoas morrem por ano, devido às picadas de abelha. Só no Brasil, quantas pessoas morrem por ano por causa de picadas de abelhas? / RE-5. Cerca de 40 pessoas.
P-6. Durante um único dia, quantas flores uma abelha pode visitar? / RE-6. 50 mil flores.
P-7. Quantas flores as abelhas visitam para coletar o néctar para produzir 1 quilo de mel? / RE-7. Cerca de 4 milhões de flores.

P-8. Qual é a quantidade de mel que uma única abelha produz em toda sua vida de adulta (cerca de 45 dias)? / RE-8. 5 gramas
P-9. Quantos olhos possui uma abelha? / RE-9. 5 olhos
P-10. Quanto tempo vive a rainha das abelhas? / RE-10. Até 2 anos
P-11. Quantas espécimes de abelha podem viver dentro de uma colmeia? / RE-11. entre 50 e 80 mil abelhas
P-12. Quantas espécies de abelhas existem no Brasil? / RE-12. 2.000 espécies
P-13. Quanto por cento (%) de abelha do Brasil existe na floresta Amazônica? / RE-13. 80% do total
P-14. Quantas vezes uma abelha bate asas em 1 segundo? / RE-14. 180 vezes
P-15. Numa viagem para coleta de néctar, a abelha chega a percorrer quantos quilômetros? / RE-15-15. 6 km
P-16. Quanto por cento das espécies de abelha têm ferrão e injetam o veneno? / RE-16. Em torno de 0,3% do total
P-17. Quantos ovos a abelha rainha põe por dia? / RE-17. Até 2 mil ovos
P-18. Quantos litros de mel uma colmeia produz por ano? / RE-18. Até 50 quilos.
P-19. Quantos dias vive a abelha operária? / RE-19. Até 45 dias.
P-20. Quantos tipos de abelhas com ferrão têm numa colmeia? / RE-20. Cinco = operária, rainha, zangão, larvas e pupa.

Fonte: Modificado de Mello (2022).

Quadro 2 – Dezessete perguntas numeradas a partir do n. 21 (P-21 a P-37) propostas e respostas esperadas (RE-21 a RE-37) do Jogo de Advinha 2 (“Colmeia em Números”) aplicado na turma do 7º. Ano do Ensino Fundamental do Coluni em abril de 2022.

Perguntas e Respostas Esperadas
P-21. Se há cerca de 40 mil espécies de abelhas no mundo (25 mil já foram descritas), quantas espécies de abelhas constroem colmeias? / RE-21. 30 mil, pois 75% das espécies de abelhas são solitárias, todas colocam ovos, fazem e cuidam dos seus próprios ninhos e lavas, não havendo operárias.
P-22. Durante a Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945), a cera produzida pelas abelhas coloniais foi usada para revestir as armas e protegê-las durante o transporte para as zonas de conflito. Quantas colmeias de abelhas foram mantidas nos Estados Unidos da América nesse período? / RE-22. 6 milhões de colmeias.
P-23. Uma vez que a Segunda Guerra Mundial terminou, como eles não precisavam de muita cera, os apiários foram abandonados e seu número foi reduzido para apenas: / RE-23. 2,5 milhões de colmeias, aproximadamente 15 mil pessoas.
P-24. As abelhas são responsáveis, com a polinização das espécies cultivadas, por produzirem alimentos. Quantos por cento das lavouras são polinizadas pelas abelhas? / RE-24. 73% das lavouras.
P-25. Anualmente, a polinização agrícola por abelhas (com e sem ferrão) contribui com geração de valor econômico pela venda de alimentos. Qual é o valor que o Brasil lucra em dólares com as plantas que são polinizadas com abelhas com e sem ferrão? / RE-25. 17 bilhões de dólares.

P-26. Hectare é uma unidade de medida agrária, também chamada de hectômetro quadrado (hm²). Essa é a medida mais utilizada para o cálculo do tamanho de áreas agrícolas, matas e áreas naturais. Essa medida é simbolizada por "ha" e a contagem não depende do formato da área das fazendas. Um hectare equivale a 10.000 metros quadrados (m²).

Tamanho de um campo de futebol.

LADOS

Variam de 90m a 120m

FUNDO E FRENTE

Variando de 90m a 45m



Quantos campos de futebol plantados, uma só colmeia de abelhas, com ferrão, consegue polinizar? / RE-26. 700 hectares, ou seja, cerca de 800 campos de futebol.

P-27. As abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*, Latreille, 1811) (não tem ferrão) possuem fêmeas que funcionam como guardas. Por isso são maiores que as demais operárias, além de terem antenas mais longas. São as abelhas guardas que inibem a entrada das abelhas forrageiras (intrusas) e selecionam àquelas abelhas que vão para o campo coletar alimentos. Nessa espécie de abelha, qual percentual do tipo guardas é maior que as abelhas operárias? / RE-27. 30%.

P-28. Nas abelhas com ferrão, cada favo de mel tem alvéolos nos dois lados. Quando a colmeia estiver pronta, terá uma ordenação-padrão. Em ordem decrescente, de baixo para cima, estão: / RE-28. No alto são guardados o MEL, em seguida o PÓLEN, depois os OVOS e LARVAS e, por fim, os ZANGÕES.

P-29. Os favos de mel das abelhas com ferrão são construídos com a cera produzida pelas glândulas ceríferas. Indique o conjunto correto dos tipos de abelhas que produzem a cera: / RE-29. Somente as operárias.

P-30. As abelhas com ferrão realizam inúmeras atividades, dentro e fora da colmeia, sempre seguindo uma ordem de desenvolvimento de quatro tarefas. Qual é a ordem das tarefas dessas abelhas? RE-30. Sequência 2 - 1º. = Buscam alimento e água, 2º. = Coletam pólen, néctar e resinas, 3º. = Secretam e moldam cera na construção de favos, 4º. = Produzem mel e alimentam a rainha e os zangões.

P-31. O cérebro de uma abelha com ferrão contém cerca de 960.000 neurônios e tem um volume de aproximadamente 1,0mm³. O homem tem cerca de 100 bilhões de neurônios (100.000.000.000) no cérebro. Apesar de uma abelha com ferrão ter menos neurônios que os seres humanos, elas são capazes de: (i) reconhecer os rostos das pessoas; (ii) aprender a distinguir as cores; (iii) identificar padrões complexos de formas geométricas; (iv) contar até quatro. Quantos neurônios tem uma abelha com ferrão? / RE-31. 1 milhão de neurônios (1.000.000).

P-32. As abelhas variam muito em tamanho, dependendo das espécies e dos tipos. Por exemplo, numa colmeia de abelhas com ferrão: a abelha rainha é maior que o zangão que é maior que as abelhas operárias. Qual é o tamanho da menor espécie de abelha? / RE-32. 1,5 milímetros de comprimento.

P-33. As espécies de abelhas sem ferrão, cujas obreiras são inferiores a 2 milímetros (mm) de comprimento, como a *Perdita minima* Cockerell, 1923, até a maior abelha-gigante-de-Wallace (*Megachile pluto* B. Smith, 1860) possuem uma envergadura de 6,35 centímetro (cm). Assim, 2 milímetros de comprimento correspondem a quantos centímetros? / RE-33. 2 mm = 0,2 cm.

P-34. As colônias de abelhas (Jandaíra *Melipona subnitida* Ducke, 1911) são responsáveis pela polinização de grande parte da mata nativa no Nordeste. Quanto por cento das plantas elas polinizam? / RE-34. 90% da mata.

P-35. Enquanto os favos são geralmente construídos verticalmente, de cima para baixo, as células não são construídas em um plano vertical, mas com uma inclinação para cima sobre a horizontal. O ângulo da inclinação varia. Essa inclinação dos favos evita que a larva deslize e saia da entrada da célula antes que ela seja fechada e diminui o vazamento do mel. Qual é a variação na inclinação dos favos em graus? / RE-35. entre 9° (nove graus) e 14° (quatorze graus).

P-36. Existem espécies de abelhas que são capazes de reconhecer e remover as larvas ou pupas doentes ou mortas. As abelhas com ferrão são capazes de remover as larvas e pupas mortas ou doentes em nível de remoção de 58% e 75%. Essa habilidade de higienização depende do tipo de espécie e tem sido observada em abelhas brasileiras: Jataí (*T. angustula*, Mandaguari (*Scaptotrigona depilis* Moure, 1942 e Uruçu (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). Qual é a eficiência de três espécies de abelha sem ferrão do Brasil? / RE-36. Série 1 - As abelhas Uruçu removeram 99% das crias mortas. As abelhas Mandaguari removeram 80% das crias mortas; as abelhas Jataí removeram 62% das crias mortas.

P-37. Vírus das Asas Deformadas são inoculados nas abelhas por um ácaro *Varroa destructor* (Anderson ; Trueman, 2000), popularmente conhecido pelo nome comum de varroa. Esse fenômeno ficou conhecido como Síndrome do Colapso de Desordem da Colônia e faz com que as abelhas nasçam com as asas atrofiadas. Essa síndrome se tornou pandemia através do comércio e transporte de abelhas para a polinização de culturas. Qual foi a ordem de sequência do aparecimento e espalhamento no mundo, do vírus que causa atrofia das asas das abelhas? RE-37. Série 2 – 1904, Indonésia; 1959, China; 1961, Índia; 1972, Brasil; 1977, Alemanha; 1987, Canadá e Estados Unidos da América do Norte; 2000, Nova Zelândia; 2007, Havaí.

Fonte: Modificado de Mello (2022).

A aplicação dos Jogos 1 e 2 seguiu as seguintes regras: (i) cada pergunta e suas possíveis respostas foram lidas; (ii) os alunos tiveram o tempo necessário para marcar a resposta, podendo conversar entre si como também esclarecer dúvidas; (iii) a resposta esperada, juntamente com a exposição de uma ou mais figuras relativas ao tema e explicações adicionais, se necessário fosse; (iv) após responder todas as dúvidas, a próxima pergunta e as possíveis respostas eram lidas. Durante a aplicação do Jogo 1, foram expostas 36 imagens.

As perguntas do Jogo 2 foram ilustradas com 24 fotos, sendo que 15 delas também foram previamente utilizadas para ilustrar o Jogo 1. Ao final da aplicação do Jogo 2 (Quadro 2), a turma recebeu 60 hexágonos regulares com 10 cm de lado que foram impressos em papel A4 branco, previamente recortados. Em seguida, eles foram orientados a escolher conteúdo dos textos dos jogos e transcrevê-los no interior dos hexágonos. Posteriormente, os alunos pintaram cada hexágono com cores que lembrassem a coloração do mel (amarelo, laranja, vermelho). Os alunos colaram os hexágonos preenchidos numa folha de cartolina. Assim, foi construída a colmeia didática plana (Figura 1A-1C).

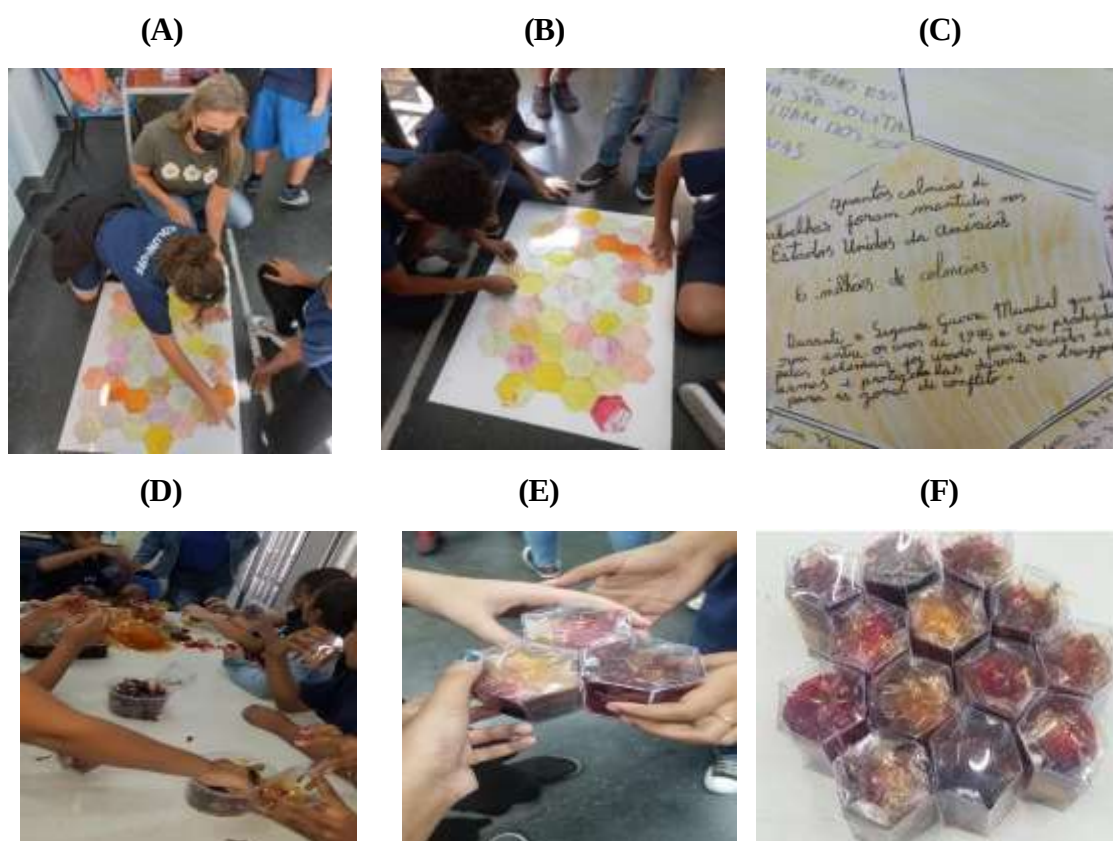


Figura 1 – Montagem de: (A - C) Colmeia plana didática, contendo frases contidas nos jogos; (D - F) Construção da colmeia tridimensional didática. Fonte: As autoras.

Na construção da colmeia didática tridimensional (**Figura 1D-1F**) foram utilizadas peças de acetato transparente, previamente moldadas e cortadas, para que os alunos montassem caixas com tampa e fundo hexagonais, representando os alvéolos. Após montar os hexágonos (alvéolos), os alunos os preencheram com pequenos pedaços de papel celofane previamente picados. Esses papeis eram nas cores amarela, vermelha, laranja, igualmente remetendo à cor do mel. Em seguida, os alunos montaram a colmeia tridimensional colando as laterais desses hexágonos com fita adesiva. Essa atividade se baseou em Tahan (1987), Karihaloo (2013), Rique; Duarte Filho, (2017) e Rodrigues et al. (s/d).

A degustação de produtos apícolas gerados por abelha europeia *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) envolveu: (a) mel com própolis, (b) mel com geleia real, (c) mel em favo, (d) pólen coletados por abelhas. Os dois primeiros tipos de méis (a-b) foram adquiridos em farmácia e estavam embalados em pequenos sachês de plástico. O pote de mel em favo bem como um frasco com amostra desidratada de pólen coletados por abelhas foram adquiridos com apicultores regularmente estabelecidos na região do município de Rio Claro, RJ.

Durante a degustação, cada aluno pôde escolher que tipo de mel iria provar recebendo, individualmente, os dois tipos de méis em saches, colheres de plástico para provar o mel com porções do favo como também pequenas porções de pólen. Após a degustação, os alunos foram convidados a colaborar com as professoras a montarem dentro de sala o Varal Ilustrado, usando um rolo de barbante de algodão e pregadores de roupa de madeira para pendurar as 45 figuras que foram utilizadas durante a aplicação dos Jogos 1 e 2. Em seguida, cada aluno recebeu uma planilha com 45 números para indicar as figuras que eles mais gostaram e sem limite da quantidade.

Para avaliar se as atividades atenderam aos seus propósitos, foram considerados: (i) o entendimento dos alunos em relação às perguntas e as suas respostas esperadas; (ii) o envolvimento dos alunos na construção das duas colmeias didáticas e do varal ilustrativo; (iii) a curiosidade em provar os produtos apícolas; (iv) a frequência das frases transcritas para compor os hexágonos da colmeia plana didática; (v) a frequência das figuras selecionadas. Nessas análises foram considerados a distribuição dos resultados em quatro intervalos de frequência (1% a 25%; 26% a 50%; 51% a 75%; 76% a 100%).

RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES

Os alunos participaram ativamente da conversa inicial sobre o filme Bee Movie, se inteirando sobre as das atividades lúdicas propostas. Eles também participaram com afirmativas ou perguntas durante a explanação sobre os aspectos verídicos e inverídicos do filme Bee Movie, em certos momentos trouxeram algumas informações, especialmente nas questões envolvendo antropomorfismo tais como: abelha morar em casa mobiliada, formar família tradicional, dirigir carros, falar e andar como os humanos. As professoras regentes abordaram representação dos fatos que distorcem das funções de uma abelha operária, o problema do flerte entre Vanessa (florista) e Barry (o personagem principal da história) que é um ato ilegal no Brasil e outros países do mundo por se tratar de crime de zoofilia ou zooerastia, e a improvável recolocação do ferrão. (Picelli et al., 2016; Mello, 2022; Mello et al., 2023).

Após essa dinâmica, o Jogo 1 foi testado no grupo focal. Os alunos foram estimulados a se ajudarem mutuamente para chegar às respostas esperadas. Muitas vezes, essas escolhas

das respostas foram decididas em conjunto, apesar de não se ter estabelecido grupos ou equipes de trabalho, condição essa que estimula o envolvimento espontâneo dos alunos na atividade (Moraes; Soares, 2021). Antes de cada resposta proferida, houve grande expectativa por parte dos alunos para saber se haviam escolhido a resposta esperada. Quem acertava, comemorava! Aqueles que não

tinham êxito na escolha da resposta se preocupavam em assinalar a resposta certa nos seus formulários. Por vezes, alguns alunos anotavam em seus formulários o conteúdo das explicações adicionais fornecidas pelas professoras.

Com os resultados positivos na aplicação o Jogo 1, a mesma estratégia foi aplicada na realização do Jogo 2. Entretanto, nesse segundo jogo foram aplicadas perguntas e respostas mais complexas que no primeiro. Durante o jogo 2, a turma também participou ativamente. O sucesso na testagem dessa estratégia confirmou que “em qualquer processo interativo, todos os envolvidos são sujeitos ativos e têm a comunicação como eixo principal do processo interativo” (Raposo; Maciel, 2005, p. 311). Dessa maneira, promoveu-se uma construção coletiva de conhecimentos, respeitando a individualidade de cada aluno, estimulando o raciocínio lógico através da dedução (Davibida; Costa, 2016; Vibida; Costa, 2016) que contou com o apoio das expertises das professoras de Biologia e Matemática, reunindo conhecimentos complementares para o entendimento da natureza das abelhas.

Assim, considerou-se aprovada a estratégia de aplicação dos jogos de advinha, pois as perguntas propostas foram: (i) significativas por estimular o raciocínio dedutivo dos alunos e fazê-los pensar naquilo que estava sendo abordado; (ii) estratégicas por terem sido aplicadas em um contexto preestabelecido em termos de estímulo; (iii) explícitas por estabelecer uma comunicação clara e direta com o grupo focal; (iv) transparentes por não envolverem qualquer tipo de truque ou “pegadinha” para afastar o aluno da escolha esperada; (v) foram estimulantes para os alunos a elaborarem suas próprias perguntas envolvendo raciocínio com base nas novas descobertas, como previsto por Giupatto (2021).

Adicionalmente, “a qualidade das interações entre professores é uma realidade da cultura escolar de fundamental importância para o desenvolvimento do seu projeto pedagógico e do currículo vivido pelo aluno” (Maciel; Albuquerque, 2005, p. 309). Nesse conteúdo, se pode citar o estudo de Nascimento et al. (2023). Esses autores ressaltam no estudo teórico sobre um encontro da Educação Matemática e a Educação Ambiental (uma das vertentes das Ciências Biológicas) as importantes declarações enunciadas pelo Dr. Ole Skovsmose no livro publicado em 2007 (“Educação Crítica – Incertezas, Matemática, Responsabilidade”), afirmando que:

A Matemática não pode ser e ter a palavra final, porém, deve servir para construir argumentos. Ela não serve só para resolver problemas, senão para criar condições efetivas que favoreçam a reflexão e a compreensão das questões. Para o autor a Matemática pode apresentar informações que refletem questões significativas na e da sociedade e que, em sua maioria, são aproveitadas pelo docente (Nascimento et al., 2023, p. 4).

Foi importante verificar que durante as aplicações dos jogos os alunos tiveram a oportunidade de corrigir suas próprias respostas e, caso fosse necessário, fazer novas perguntas sobre o assunto que foram prontamente respondidas. Assim, apesar de não envolver qualquer tipo recompensa em termos de nota, o empenho em acertar foi um comportamento coletivo, pois havia a motivação intrínseca para conhecer a Biologia das abelhas na perspectiva da Matemática, corroborando com a premissa “uma criança com orientação motivacional intrínseca está mais impulsionada a estudar, a iniciar uma atividade e permanecer nela até o fim” (Pansera et al. 2016, p. 314). Também foi notório o interesse dos alunos em livremente manusear as 45 figuras que foram exibidas para exemplificar as respostas. Durante esse manuseio, logo após a aplicação dos jogos, novas perguntas surgiram e foram prontamente respondidas.

Durante a aplicação do jogo 2, foi debatido que, ao contrário do que é retratado no filme Bee Movie, no gênero *Apis* apenas as fêmeas desempenham o papel de operárias (Oliveira, Cunha, 2005). Essas representações incorretas foram utilizadas, positivamente, para explorar questões sobre as relações ecológicas e taxonômicas das espécies de insetos sociais (Abreu, 2010), a exemplo das saúvas nos filmes Vida de Inseto e FormiguinhaZ (Marques et al., 2021).

Além disso, também foram abordadas as significativas contribuições das abelhas melíferas dos gêneros *Apis* (abelha europeia e africana: *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836) e das espécies nativas do Brasil, a exemplo da uruçú (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811), da mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Le Peletier, 1836) e da jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke, 1911). Esses insetos não apenas produzem mel e outros produtos, mas também desempenham um papel fundamental na polinização de plantas em jardins (Modanesi, 2012), tal como é retratado no filme Bee Movie (Mello, 2022; Mello et al., 2023). Porém, o filme Bee Movie falha quando não menciona que as abelhas também são responsáveis pela polinização da maioria das espécies vegetais comestível (cerca de 75%) que estão entre as mais cultivadas em todo mundo (Mello et al., 2023).

Durante o Jogo 1, a informação que mais despertou curiosidade entre os alunos foi a informação sobre a forma correta de retirar o ferrão das abelhas. Foi explicado que cortar o ferrão é a forma indicado para retirá-lo e, assim, evitar espremer a bolsa de veneno (a apitoxina) que sai juntamente a essa estrutura (Brasil, 2001; Modanesi, 2012) (Figura 2). Nessa atividade, um aluno ficou nervoso porque após ter sido picado por uma abelha ele puxou o ferrão com os dedos. Ele chegou à conclusão que ainda podia morrer! As professoras gerenciaram a situação explicando que a ação do veneno das abelhas (apitoxina) não perdura por muito tempo. Foi explicado para os alunos que com a perda do

ferrão junto com a bolsa que acumula veneno e parte do intestino, a abelha, geralmente morre em cerca de 15 minutos, cumprindo a função de defender a colmeia (Brasil, 2001; Modanesi, 2012). Isso acontece porque, ao contrário das vespas e marimbondos, as abelhas têm um ferrão com serrilhado mais pronunciado que permite que este se fixe no tecido da vítima (Figura 2A e 2B).

As **Figuras 2C e 2D** mostra que a abelha que está aprisionada pelo ferrão na pele da sua vítima e voa na tentativa de fugir do seu agressor (involuntário ou não), perdendo tecidos. Foi informado que a bolsa de veneno continua bombeando e injetando a apotoxina enquanto a abelha morre. O pinçamento do ferrão com objetos ou com os dedos é uma prática comum e muitas vezes instintiva. Entretanto, essa é a forma incorreta de retirar o ferrão, pois aumenta a inoculação do veneno que está na estrutura associada – a bolsa de veneno. Assim, foi explicado para os alunos que o ideal é retirar o ferrão da abelha com lâminas de barbear ou facas conduzidas por um adulto ou com o auxílio de um cartão de plástico (ex. cartão de crédito), como indicado na **Figura 2F**.

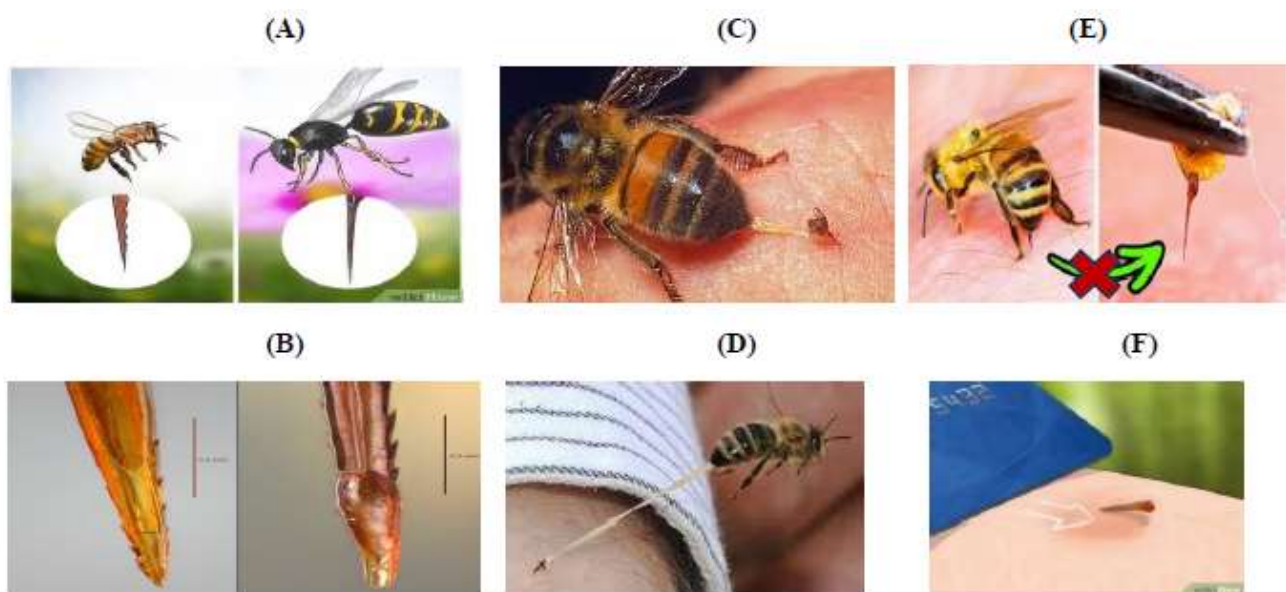


Figura 2 – Ilustrações de ferrão de abelhas e vespas. (A) Esquema comparativo. (B) Microfotografia de ferrões de vespa (esquerda) e abelha (direita) – barras verticais: 0,2mm; (C e D) perdendo a bolsa de veneno e outros tecidos junto com os seus ferrões; (E) Forma incorreta de se retirar o ferrão de abelha; (F) Uma das formas corretas de se retirar o ferrão. Fonte: Tecmundo (2012)² ; Machado (2019)³ ; Bem-Estrar TV Globo, (2020)⁴ , Cardoso (2020)⁵, Lee (s/d)⁶.

Além disso, foi comunicado que 85% das variedades de abelhas são solitárias, não construindo colmeias nem produzindo mel ou outros produtos apícolas (Viana et al., 2001). Dois outros conhecimentos sobre as abelhas também capturaram a atenção dos alunos: Fato 1 - as abelhas possuem 1 milhão de neurônios (1.000.000), o que lhes permite executar diversas tarefas; Fato 2 - a

habilidade das abelhas com ferrões, de polinizar uma área equivalente a 800 campos de futebol, conforme relatado por Mello (2022) e Mello et al., (2023).

Também foi esclarecido para os alunos que durante séculos a humanidade se questionava como as abelhas com ferrão conseguiam transformar alvéolos iniciais circulares em favos alveolares hexagonais (Terra, 2016) e que estudos específicos (Karihaloo et al., 2013) desvendaram tal mistério, conforme representado na **Figura 3**. Foi explicado que isso ocorre quando as abelhas depositam a cera na parede dos alvéolos e aquece a mesma à 45°C.

Os alunos se admiraram com a informação de que há somente 3 mil espécies de abelhas (dentre as 25 mil descritas) que produzem mel em colmeias. Durante a aplicação do **Jogo 1**, os alunos também ficaram intrigados ao saber que somente uma minoria (0,03%) das espécies de abelhas expressam ferrão, sendo apenas sete espécies do gênero *Apis* dentre o total de 25 mil espécies até então descritas, conforme enfatizou Mello et al. (2023). Durante a aplicação do **Jogo 2**, também houve muito interesse pelas duas questões que relacionavam a apicultura com a Segunda Guerra Mundial (perguntas P-22 e P-23, **Quadro 2**). Após a aplicação do **Jogo 2**, os alunos preencheram 53 hexágonos dos 60 disponibilizados com as informações contidas nos formulários dos jogos (**Quadro 1 e 2**).

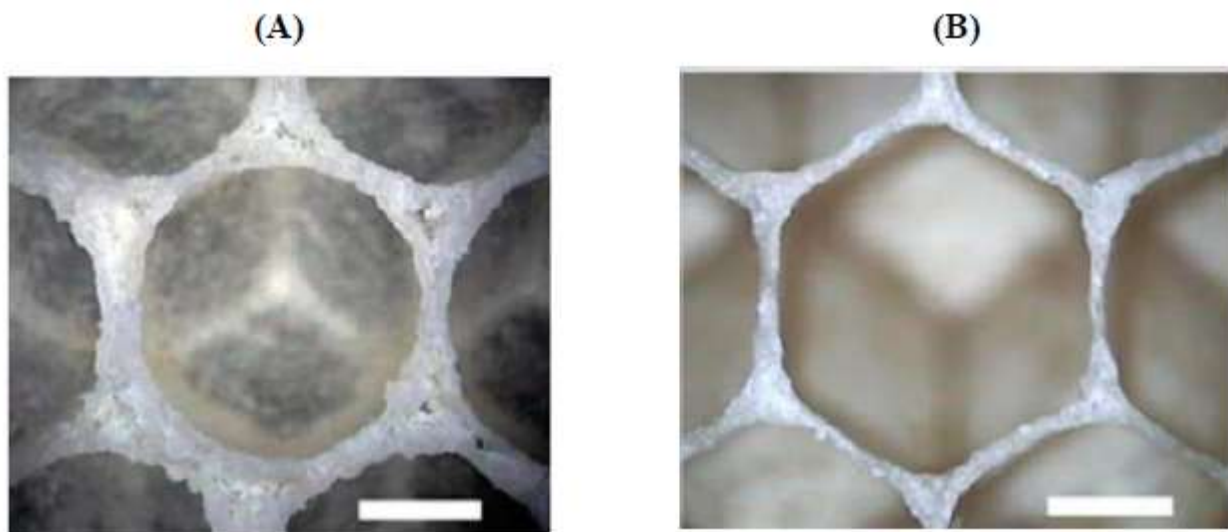


Figura 3 – Imagens de alvéolos de favo que constituem as colmeias de abelha do gênero *Apis* (*A. mellifera ligustica* Spinola, 1806 - variedade de abelha melífera italiana). (A) no primeiro dia de construção dos alvéolos no formato circular; (B) dois dias após a construção dos alvéolos no formato de hexágono regular. (Barras brancas no canto inferior das fotos: 2 mm). Fonte: Modificado de Karihaloo et al. (2013).

A **Tabela 1** revela que: (i) o **Jogo 2** foi aquele que teve as informações mais transcritas (65%), envolvendo um total de 95 perguntas, complementos e respostas esperadas. Também foi observado que os 53 hexágonos preenchidos tinham, ao todo, 117 frases. A análise em frequência das frases

escolhidas e transcritas revelou que cerca de 55% dos alunos selecionaram mais de uma frase, a exemplo do hexágono ilustrado na Figura 1C.

Porém, as frases estavam relacionadas à somente 18 das 37 perguntas, ou seja, quase a metade das questões (48,6%) realmente foi de interesse para o grupo focal. Verifica-se que os alunos não se interessaram em escolher às perguntas mais simples e diretas como aquelas preferencialmente contidas no Jogo1 (ex. P-6 a P-10, **Quadro 1**) nem tampouco àquelas muito complexas como as questões finais do Jogo 2 (ex. P-35 a P-37, **Quadro 2**).

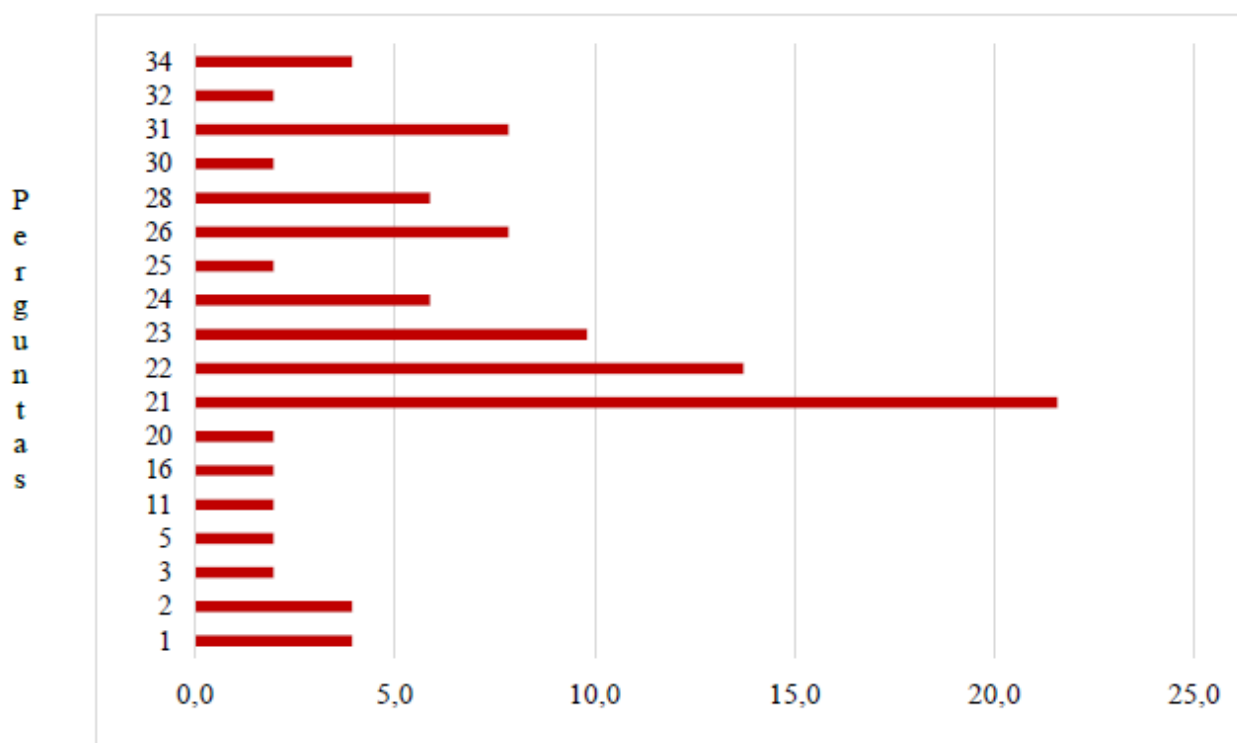
Na **Figura 4** observa-se que as frases mais transcritas (21, 6%) se relacionam à questão que indagava “Quantas espécies de abelhas formam uma colmeia?” (pergunta P-21, Quadro 2). Na sequência estão as frases das questões P-22 (13,7%) e P-23 (9,8%) (**Quadro 2**). Essas duas questões abordam o uso de uma grande quantidade da cera de abelha para proteger as armas que foram usadas na Segunda Guerra Mundial e o subsequente abandono de grande parte das colmeias. A experimentação produtos apícolas de abelha melífera da espécie *A. mellifera* (mel com própolis, mel com geleia real, mel em favo e própolis) foi prazerosa para todos e muitos repetiram os produtos, principalmente o mel em favo por ser uma novidade para a grande maioria. Uma aluna se admirou ao saber que humanos também podem comer geleia real. Após degustar o mel com a geleia real ela sorriu e disse em tom de brincadeira: 'Agora eu serei uma rainha!'.

Tabela 1 – Quantidades (n) de questões escolhidas de cada um dos dois jogos, considerando quantas vezes foram transcritas frases: (i) relativas às perguntas; (ii) que eram parte complementares às perguntas; (iii) relativas às respostas esperadas.

Jogos	No. de Transcrições e Frequências (%)				Total
	Questões	(i) Perguntas	(ii) Complementos	(iii) Respostas	
1 (n= 20)	07 (35%)	08 (18%)	01 (11%)	06 (13%)	22
2 (n= 17)	11 (65%)	36 (81%)	08 (88%)	40 (87%)	95
Total	18	44	09	46	117

Fonte: As autoras.

Figura 4 – Frequências na escolha das frases relacionadas às 37 perguntas (P) dos jogos (Jogo 1: P-1 a P-20; Jogo 2: P-21 a P-37). Fonte: As autoras.



Frequência (%) na escolha das frases

Outro produto de degustação que causou espanto foi o pólen coletado pelas abelhas cujo aspecto parecia pequenos pedaços de miolo de pão (conforme observou um dos alunos). Porém, o sabor desse produto não se parece nem um pouco com o miolo do pão. Para a professora de Biologia, esse produto lembra o gosto de fermento fresco. Esse produto não foi apreciado pela maioria que fez questão de provar para dar a sua opinião.

Após experimentar os produtos os alunos participaram ativamente na montagem do Varal Ilustrado com as 45 fotos apresentadas para ilustrar os dois jogos e, na sequência, eles apontaram em planilha as suas preferências (**Figura 5**). Foi observado que todas as 45 figuras foram escolhidas, atendendo a seguinte distribuição para os intervalos entre: (i) 1% a 25% (n= 27), (ii) 26% e 50% (n= 1), (iii) 51% e 75% (n=2). A escolha da imagem de número 24 com favo de mel (**Figura 5C**) era esperada por causa da grande curiosidade em observar e provar o mel ainda no favo. A outra foto muito escolhida foi a de número 15 que ilustra a cabeça de uma abelha com dois olhos principais e três olhos acessórios (**Figura 5B**).

Os alunos associaram essa imagem à cabeça de um monstro, pois, em desenhos animados com Bee Movie as abelhas são ilustradas com a face humanizada. Raramente, os filmes de desenho animado

figuram a imagem real dos animais, especialmente “o mocinho da história”. Esse antropocentrismo e antropomorfismo ou humanização visa aproximar os personagens ao público (Cabrera; Gama, 2001; Santos, 2009; Mello, 2022; Mello et al., 2023). Aparência real dos animais em desenhos animados são, geralmente, destinados aos vilões a exemplo do filme Vida de Inseto onde os gafanhotos que escravizam as formigas (Hopper, Molt e seus companheiros) são retratados com as características verdadeiras do animal, tais como seis patas e espinhos pelo corpo (Marques et al., 2021).

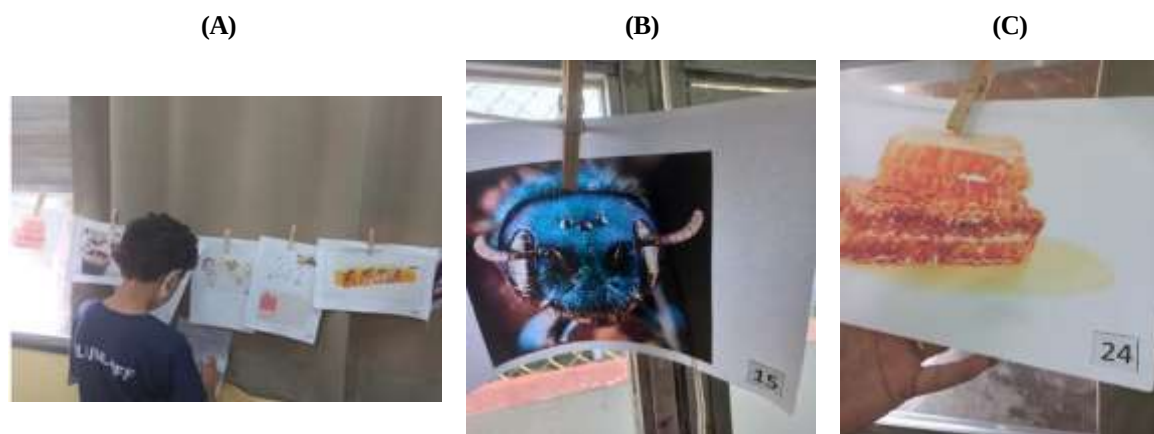


Figura 5 – Imagens de: (A) um aluno indicando as figuras preferidas, (B) Cabeça de uma abelha, (C) Favo com mel escorrendo. Fonte: As autoras. Fonte: (A) As autoras; (B) 25 Closes em Olhos de Abelhas (2015)⁷; (C) Paraíso da Cozinha (2017) .⁸

O empenho e a satisfação dos alunos em participar dos jogos e de todas as atividades propostas confirma o que Freitas et al. (2016, p. 20) propuseram: “certamente, desde muito tempo, e relaciona-se o jogo com a aprendizagem. Porém (‘ainda’), predomina sempre a ideia de que o jogo se presta mais à recreação do que ao ensino, em contraposição ao trabalho escolar.” Assim, o “paradoxo do jogo educativo” - termo concebido por Gilles Brougère em 1998 (Leal, 2014) - não se configurou, pois, ao contrário do que se pensa, o jogo além de recreativo pode ser instrumento lúdico muito útil no processo ensino-aprendizagem, que não se contrapõe aos deveres escolares (Soares, 2004).

Em outras palavras, as atividades aplicadas a partir de questões relacionadas à análise fílmica de Bee Movie (Mello, 2022) proporcionaram a partir de um compromisso sério firmado com os alunos através da realização de tarefas lúdicas, para construir novos entendimentos sobre a vida das abelhas e suas relevantes funções ecológicas e econômicas. Inicialmente, essa jornada teve início na análise do filme de animação Bee Movie por meio de perguntas propostas por Mello (2022).

As atividades lúdicas promovidas serviram para ilustrar a importância das abelhas que devem ser preservadas (intocáveis) nas paisagens naturais e conservá-las (uso sustentável) nas atividades apícolas

(Imperatriz-Fonseca; Nunes-Silva, 2010). A relevância ecológica e econômica das espécies de abelhas que polinizam as plantas foi consagrada pela célebre frase atribuída ao grande cientista Albert Einstein (1879-1955) que profetizou: “se abelhas desaparecessem da face da Terra, a humanidade teria apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais, não haverá raça humana” (Crepaldi, 2019).

A aplicação de um jogo didático e outras atividades lúdicas no processo ensino-aprendizagem de ciências têm sido propostas por vários autores, a exemplo dos estudos recentemente divulgados por Grando (2020), Vieira; Corrêa (2020), Fernandes et al., (2021), Martins et al. (2021), Trevizan et al. (2021); Oliveira; Oliveira (2022). O que há de comum nesse repertório é aplicação de estratégias bem-preparadas, validadas e conduzidas por regras claras e factíveis às faixas etárias. Assim, a promoção de jogos e montagens num contexto didático pode servir de modo prazeroso e integrado para a (re)construção de novos saberes. Isso porque todos esses estudos visaram estimular tanto o cognitivo como o socioemocional dos grupos focais.

O presente estudo demonstrou que análises fílmicas podem servir como base conteudista que servem não somente como instrumento para realizar a divulgação científica como também podem ser subsídios em processos mediadores do ensino-aprendizagem sobre questões da conservação da flora e fauna sem prejudicar a produção de alimentos necessários à nossa sobrevivência (Trajano, 2010; Miceli; Rocha, 2023; Gomes, 2008; Abreu, 2010; Marques et al., 2021; Moreira; Barros, 2022; Mello et al. 2023a). Nesse contexto, considera-se que resultados das atividades testadas para abordar a Biologia das abelhas através da Matemática contribuíram de modo positivo no repertório de atividades educativas que vem abordando a ciência de forma lúdica e construtiva como base os conhecimentos vigentes gerados por pesquisadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades realizadas para abordar a biologia e a importância da conservação das abelhas permitiram aos estudantes experimentarem diversos aspectos da Matemática e, ao mesmo tempo, aprender e refletir sobre fatos que contradizem mitos associados a esses insetos. Ficou demonstrado que: (a) a maioria das abelhas não produzem mel nem formam colmeias; (b) dentre aquelas que produzem mel, a maioria não possui ferrão nem e produzem veneno; (c) extrair o ferrão da abelha preso ao tecido de forma incorreta aumenta a injeção do veneno na vítima; (d) a aplicação de cera nas paredes dos alvéolos e o aumento da temperatura para 45°C fazem com que essas células passem de

uma forma circular para hexágonos regulares; (e) as abelhas são responsáveis pela polinização de 73% das plantas comestíveis e que por isso, tem grande importância na reprodução das plantas, tanto selvagens como comestíveis.

Finalmente, pôde ser verificado que durante as atividades cada aluno foi o principal protagonista de suas escolhas, na identificação de seus erros nos jogos, escolhas das frases e figuras que mais gostaram e as preferências nos produtos apícolas degustados. Além disso, o grupo focal teve a iniciativa de realizar suas próprias anotações durante a aplicação dos jogos e participou com empenho nas atividades manuais propostas. Eles participaram sem receio na degustação dos produtos apícolas ofertados e foram sinceros quando não apreciaram o sabor do pólen coletado pelas abelhas.

Portanto, por meio de atividades lúdicas e complementares, que abordaram conteúdos de Biologia e Matemática, foi possível estimular a conjugação de quatro **Cs**, que possibilita a construção de saberes consubstanciados, dentre eles: (i) **C**uriosidade, (ii) **C**riatividade, (iii) **C**olaboração, (iv) **C**ientificidade. Essa conquista foi viabilizada mediante de um grupo focal que foi previamente estimulado a compreender as abelhas e a estrutura da colmeia através dos números. Esse grupo foi acompanhado por professoras especializadas nas áreas abordadas – Biologia & Matemática - que puderam orientar os alunos a (re)construir seus conhecimentos sobre as abelhas com base em deduções, nas explorações visuais, nas experimentações gustativas e atividades manuais.

REFERÊNCIAS

ABREU, Camila Saboia de. Filmes de animação como recurso didático: Uma proposta para o professor. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

MELLO, Jamyca das Graças Serri de Mello. “Bee Movie” e a importância ecológica e econômica das abelhas para o Ensino Fundamental II. Monografia. (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Norte Fluminense - Consórcio CEDERJ, 2022.

MELLO, Jamyca das Graças Serri de Mello; CABRAL, Luiz Mors; LIMA, Neuza Rejane Wille. Você conhece as abelhas? respostas através de questões sobre o filme Bee Movie. 1ª. Ed. Piracanjuba: Editora Conhecimento Livre. 2023.

BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de; GIRASOLE, M.; ZANELLA, P. G. O uso do cinema como estratégia pedagógica para o ensino de ciências e de biologia: o que pensam alguns professores da região metropolitana de Belo Horizonte. Revista Práxis, v. 5, p. 97-115, 2013.

CABRERA, Gisele Christina de Andrade Castro; GAMA, Andrea. A humanização dos animais nos desenhos animados. 9º. Encontro de Atividades Científicas. Universidade Norte Paraná, Londrina, PR, Anais... 2001.

CARRERA, V. M. Contribuições do uso do cinema para o ensino de ciências: tendências entre 1997 e 2009. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

COSTA, Elaine Cristina Pereira; BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de. Fantasia versus realidade: explorando as potencialidades do cinema para o ensino de Ciências e Biologia. Revista Práxis, v. 8, p. 27-35, 2016.

CREPALDI, Thiago “Zina”. Por que a nossa vida depende da presença das abelhas? Portal Comunica UFU, 2019.

DAVIBIDA, Josiane da; COSTA, José Roberto. A utilização de desafios para estimular o raciocínio lógico dos alunos nas aulas de matemática. In: Os desafios da escola pública do professor PDE, 2016.

FERNANDES, Carlos Jorge da Silva Correia. (). A gamificação como estratégia para iniciativas de educação em saúde sexual e reprodutiva voltadas para a juventude: apresentação de um jogo virtual sobre infecções sexualmente transmissíveis (IST). Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, v. 14, n. 1, p. 251-271, 2021.

FREITAS, Maria Rúbia Viana de; ANJOS, José Ayron Lira dos; GUIMARÃES, Ricardo Lima. O jogo das reações orgânicas: um caminho para reelaboração do conhecimento a partir do erro. Redequim, v. 2, n. 2(especial), p. 17-29, 2016.

BRASIL. FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos. 2001.

GIUPATTO, Márcia. Por que questionar é importante para o ensino-aprendizagem? Esta é a Metodologia da pergunta – Veja as pesquisas. Escola Legal, 2021.

GOMES, L. F. Vídeos didáticos: Uma proposta de critérios para análise. *Travessias*, v. 2, n. 3, p. 1-17, 2008.

GOMES-MALUF, Marcilene Cristina; SOUZA, Aguinaldo Robinson de. A ficção científica e o ensino de ciências: o imaginário como formador do real e do racional. *Ciência e Educação*, v. 14, n. 2, p. 271-282, 2008.

GRANDO, Regina Célia. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. Tese. (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, SP, 2020.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia; NUNES-SILVA, Patrícia. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropical*, vol. 10, no. 4, p. 59-62, 2010.

JESUS, Maria Benigna Santos de. “Bee Movie – a história de uma abelha”: em cena a educação ambiental e a agroecologia. São Cristóvão, 2020. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020.

JUNIOR, E. J. N.; ZANELLA, C. K. O cinema e a extensão em relações internacionais: métodos, trajetórias e resultados. *Revista da Extensão*, n. 13, p. 30–37, 2016.

KARIHALOO, B. L.; ZHANG, K., WANG J. Honeybee combs: how the circular cells transform into rounded hexagons. *Journal of the Royal Society Interface*, v. 10, e20130299, 2013.

KORNIS, Mônica Almeida; MORETTIN, Eduardo. Entrevista com Ismail Xavier. *Estudos Históricos*, v. 26, n. 51, p. 213-238, 2013.

LEAL, Luiz Antonio Batista. BROUGÈRE, Gilles. Jogo e educação. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 2003. *Revista Entreideias*, v. 3, n. 2, p. 177-183, 2014.

LIMA, Neuza Rejane Wille, REZENDE, Carlos Eduardo de. SARS-CoV-2. *Revista de Ciência Elementar*, v. 8, n. 4; p. 65-77, 2020.

MARCELLO, Fabiana de Amorim. Real versus ficção: criança, imagem e regimes de credibilidade no cinema-documentário. *Educação em Revista*, v. 26, n. 3, p.129-150, 2010.

MARQUES, Marcelle Godencio; GOMES, Suzete Araujo Oliveira; LIMA Neuza Rejane Wille. Vida de Insetos em aulas de ciências: uma (re)leitura necessária. 1a. Edição. Editora Conhecimento Livre, Piracanjuba, GO, 2021.

MARTINS, I. M.; GUIMARÃES, S. DE O.; CUTRIM, C. H. G., MIRANDA, A. S.; ARAÚJO, V. A. Borboleteando: jogo didático como alternativa no processo de ensino-aprendizagem em ciências. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, v. 14, n. 2, 759-775, 2021.

MICELI, Bruna Sarpa; ROCHA, Marcelo Borges. Utilização de recursos de divulgação científica na prática de docentes de ciências naturais. *Revista Práxis*, v. 15, n. 29, p. 1-17, 2023.

MODANESI, Melina Stoian. Produção de apitoxina por abelhas *Apis mellifera* L. e seu efeito na expressão de genes relacionados ao estresse. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP, 2012.

MORAES, Fernando Aparecido de; SOARES Márlon Herbert Flora Barbosa. Uma proposta para a elaboração do jogo pedagógico a partir da concepção de esquemas conceituais. Educação em Revista, v. 37, e25000, 2021.

MOREIRA, Bárbara Sampaio Lage; BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de. Guia do educador para o filme: Bee Movie. VIII CONEDU, Anais ... Maceió, AL, 2022.

NASCIMENTO, Patrícia Maria Pereira do; FREITAS, Andrea Cristina Costa de; BOMFIM, Alexandre Maia do. Um encontro entre a Educação Matemática e a Educação Ambiental, ambas críticas: um estudo teórico com a perspectiva da prática. Revista Práxis, v. 15, n. 29, p. 1-11, 2023.

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson de. Cinema e imaginário científico. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, v. 13(supl), p. 133-150, 2006.

OLIVEIRA, L. de C.; OLIVEIRA, R. R. Relações étnico-raciais no ensino de Biologia: uma experiência na formação inicial docente. Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, v. 15, n. esp. 2, p. 712-732, 2022.

OLIVEIRA, Marcio Luiz de; CUNHA, Jorge Alcântara. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? Ata Amazônica, v. 35, n. 3, p. 389 – 394, 2005.

PANSERA, Simone Maria; VALENTINI, Nadia Cristina; SOUZA, Mariele Santayana de; BERLEZE, Adriana. Motivação intrínseca e extrínseca: diferenças no sexo e na idade. Psicologia Escolar e Educacional, v. 20, n. 2, p. 313-320, 2016.

PICELLI, Amanda Maria; MORÃO, Luana; PECHULA, Marcia Reami. Luz, câmera, educação: estudo dos aspectos biopedagógicos dos filmes Abelhas assassinas. Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação, Ano X, n. 16, p. 9-27, 2016.

PERINELLI NETO, Humberto; PAZIANI, Rodrigo Ribeiro. Cinema, prática de ensino de história e geografia e formação docente: produção de curtas-metragens – experiências e estudos de caso. Educação em Revista, v. 31, n. 4, p. 279-304, 2015.

RAPOSO; Mírian; MACIEL, Diva. Albuquerque, (2005). As interações professor-professor na co-construção dos projetos pedagógicos na escola. Psicologia: Teoria e Pesquisa, v. 21, n. 3, p. 309-317, 2005.

REIS DA SILVA, Ana Tereza. A conservação da biodiversidade entre os saberes da tradição e a ciência. Estudos Avançados, v. 29, n. 83, p. 233- 259, 2015.

REIS, Rafaela Menezes da Silva; LEITE, Bruno Silva; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Estratégias didáticas envolvidas no uso das TIC: o que os professores dizem sobre seu uso em sala de aula? Educação Temática Digital Campinas, v. 23, n. 2, p. 551-571, 2021.

RIQUE, Thiago Pereira; DUARTE FILHO, Jorge Costa. Abelha: geometria dos alvéolos. X Encontro de Iniciação à Docência. João Pessoa, PB, Anais... 2017.

RODRIGUES, Claudina Izepe Rodrigues; REZENDE, Eliane Quelho Frota; QUEIROZ, Maria Lucia Bontorim de. Abelhas Matemáticas. Série Matemática na Escola. IM3, UNICAMP, s/d.

SANTOS, F. R.; PIASSI, L. P. C. "WALL-E": O uso de um filme de animação na educação ambiental com temas transversais dos PCN. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Curitiba: UTFPR, Anais... 2010

SANTOS, Janaina Roberta dos. Educação ambiental e o trabalho com valores: olhando para os animais não humanos. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental). Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, SP, 2009.

SCHEID, Neusa Maria John REIS, Pedro Guilherme Rocha dos. As tecnologias da informação e da comunicação e a promoção da discussão e ação sociopolítica em aulas de ciências naturais em contexto português. *Ciência e Educação*, v. 22, n. 1, p. 129-144, 2016.

SOARES, M. H. F. B. O lúdico em química: jogos e atividades aplicados ao ensino de química. Tese. (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra). Universidade Federal de São Carlos, SP, 2004.

TAHAN, M. As maravilhas da matemática. 6. ed. Rio de Janeiro: Edições Bloch, 1987.

TRAJANO, Eleonora. Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. *Estudos Avançados*, v. 24, n. 68, p. 135-146, 2010.

VIEIRA, F. Z.; ROSSO, A. J. O cinema como componente didático da educação ambiental. *Revista Diálogo Educacional*, v. 11, n. 33, p. 547-572, 2011.

VIEIRA, Valdecir Junior da Costa; CORRÊA, Maria José Pinheiro. O uso de recursos didáticos como alternativa no ensino de botânica. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, v. 13, n. 2, p. 309-327, 2020.

VIANA, Blandina F.; SILVA, Fabiana O.; KLEINERT, Astrid M. P. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 2, p. 245-251, 2001.

Capítulo 5



10.37423/240508962

SAÚDE AMBIENTAL E A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO

M. Motta Veiga

*Universidade Federal do Estado do Rio de
Janeiro / Fundação Oswaldo Cruz*



Resumo: *No mundo, um bilhão de pessoas permanecem sem abastecimento de água e 2,3 bilhões sem acesso a esgotamento sanitário. Este déficit no acesso a saneamento recai desproporcionalmente nos países periféricos. No Brasil, 18% da população não tem acesso a água tratada e 54% não tem seu esgoto coletado. Esta pesquisa exploratória e descritiva mostrou que os investimentos em saneamento reduziram a mortalidade infantil brasileira provocadas por diarreia; mas, não foram capazes de evitar um desequilíbrio ambiental, que resultou em proliferação de vetores e consequente aumento de doenças de veiculação hídrica. Essa limitação na eficiência das políticas sanitárias está atrelada a negligência da dimensão ambiental que dificulta internalizar os seus benefícios difusos. Portanto, este estudo concluiu ser imperativo incorporar a saúde ambiental nas políticas e nos investimentos visando a universalização dos serviços de água e esgoto que devem ser priorizados através de estudos epidemiológicos e socioeconômicos.*

Palavras-chave: Universalização. Saúde Ambiental. Água. Esgoto.

SAÚDE AMBIENTAL E A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) ratifica a possibilidade de impactos positivos e negativos à saúde humana e ambiental relacionados as ações de saneamento. Políticas sanitárias são preventivas e reduzem os custos nos sistemas de saúde coletiva. Contudo, os serviços públicos de abastecimento de água, tratamento de esgotos, gestão de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais quando prestados de forma inadequada prejudicam a saúde e a qualidade de vida da população (OMS, 2012; OMS, 2016).

Em 2010, assumindo que a deficiência nos serviços de saneamento causa diversos problemas a saúde humana e ambiental, a Assembleia Geral e o Conselho de Direitos Humanos das Nações Unidas reconheceram que o acesso aos serviços de saneamento é um direito humano fundamental. Nesse sentido, as Nações Unidas estabeleceram como Objetivo de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas (ODM) reduzir pela metade o número de pessoas com acesso inadequado a água potável e esgotamento sanitário até 2015 (OMS & UNICEF, 2017).

Logo, seriam necessários investimentos da ordem de US\$ 535 bilhões em serviços de água e de esgoto (US\$ 332 bilhões para esgoto e US\$ 203 bilhões para água) para alcançar a universalização desses serviços até 2015, o que não ocorreu. Apesar da meta estipulada para água potável ter sido atingida; o problema permaneceu na cobertura de esgotamento sanitário que atingiu apenas 68% da população, invés dos 75% previstos (OMS & UNICEF, 2017).

Em 2015, o Programa Conjunto de Monitoramento da Água e Saneamento (JMP) da OMS/UNICEF estimou que um bilhão de pessoas em todo o mundo ainda não contavam com água fornecida regularmente e 2,3 bilhões de pessoas não tinham acesso a instalações sanitárias básicas (OMS & UNICEF, 2017).

No entanto, este déficit no acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (WSS) recai desproporcionalmente sobre as populações mais pobres de países periféricos e particularmente nas crianças menores. A mortalidade infantil reduz a expectativa de vida da população, especialmente em regiões mais carentes, sendo um indicador utilizado para avaliar a efetividade de políticas públicas para melhoria das condições sanitárias (WWDR, 2003; WB, 2008).

No Brasil, nos últimos anos, devido à elevação da cobertura de abastecimento de água, a mortalidade infantil por diarreia reduziu. Em contrapartida, as doenças transmitidas por vetores aumentaram devido ao desequilíbrio ambiental. Além disso, os serviços públicos de esgotamento sanitário que

apresentam impactos ambientais e sanitários difusos continuam como um enorme desafio. Devido a carência de base de dados confiáveis, um objetivo preliminar deste estudo foi através de pesquisa exploratória reunir informações sobre as recentes políticas de saneamento. Um segundo objetivo deste estudo através de pesquisa descritiva foi analisar a relação entre os serviços de saneamento e os seus impactos à saúde humana e ambiental no Brasil (PLANSAB, 2019).

DOENÇAS ASSOCIADAS AO SANEAMENTO INADEQUADO

O déficit no acesso a serviços de saneamento provoca muitas doenças de veiculação hídrica, seja por ingestão de água contaminada, seja por proliferação de vetores em ecossistemas aquáticos, ou seja, por bactérias e parasitas associados à higiene insuficiente. No mundo, mais de 2 milhões de pessoas morrem de doenças relacionadas à falta de serviços de saneamento e mais de 2 bilhões de pessoas são infectadas com parasitas no mundo. Estima-se que um saneamento inadequado causa 280.000 mortes por diarreia a cada ano, onde a maioria das pessoas afetadas são crianças menores de cinco anos (WWDR, 2003).

No Brasil, nos últimos anos, houve uma redução dos óbitos provocados por doença diarreica, especialmente em crianças menores de 5 anos de idade, conforme mostram os dados registrados no Datasus, ver Figura 1.

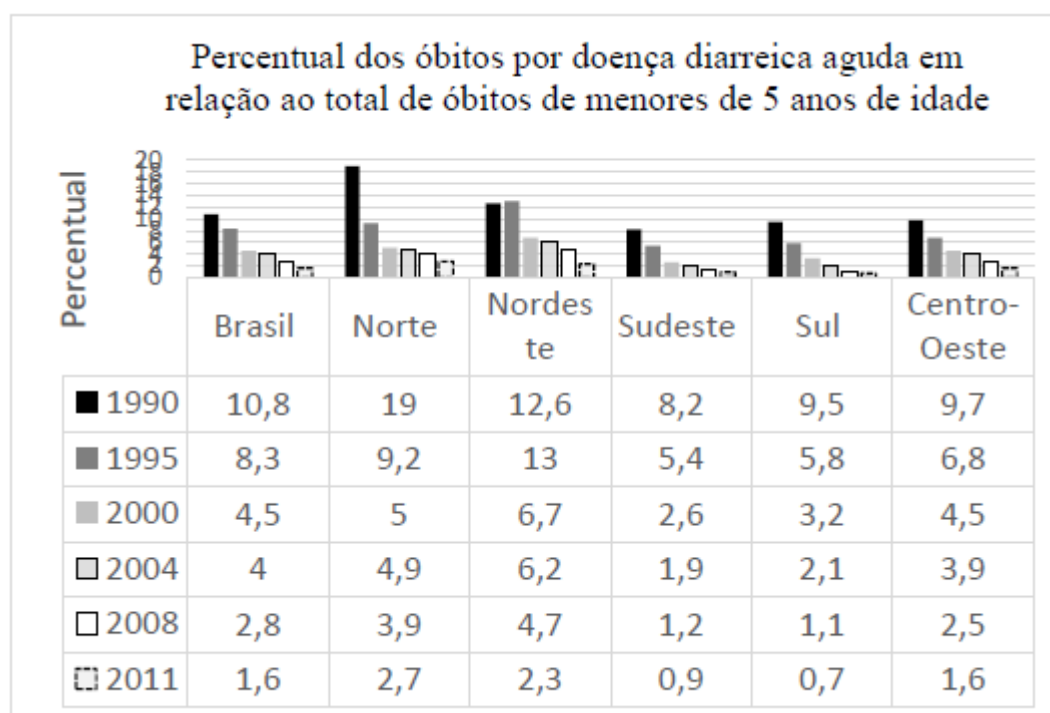


Figura 1 – Mortalidade infantil por doença diarreica aguda (%) – Fonte: Datasus.

Uma das principais causas dessa redução da mortalidade infantil foi a implantação de diversos programas públicos (Programa Bolsa Família, Estratégia Saúde da Família, Expansão do Saneamento Básico e Vacinação). Contudo, ainda persistem enormes diferenças regionais relacionadas à condição econômica e ao acesso ao saneamento; uma criança das regiões Norte e Nordeste tem risco maior de óbito por diarreia antes dos cinco anos que uma criança das regiões Sul e Sudeste (WB, 2008; Meneguessi et al, 2015).

No Brasil, o impacto esperado da redução no déficit do acesso aos serviços de saneamento nas doenças de veiculação hídrica é bem maior; estima-se que 30% das mortes em crianças menores de cinco anos poderiam ser evitadas com acesso adequado a serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Todavia, as recentes intervenções sanitárias não respeitaram o caráter sistêmico ambiental. Um esgotamento sanitário inadequado contamina os recursos hídricos provocando alterações no ecossistema que revertem os benefícios alcançados pelo aumento da cobertura de abastecimento de água. Essa desconexão da dimensão ambiental nas políticas sanitárias potencializou o risco de proliferação de vetores devido a invasão de habitats e a eliminação de predadores naturais, resultado de um processo de ocupação do solo caótico (Meneguessi et al, 2015; Abrasco, 2016).

No Brasil, por negligenciar o saneamento ambiental, houve aumento de doenças transmitidas por vetores: Dengue, Zika, Chikungunya, febre amarela, malária, doença de Chagas, leishmaniose e esquistossomose. A estratégia do Ministério da Saúde foi reativa, concentrando esforços no controle dos vetores de forma multissetorial e descentralizada através de Programas Nacionais de Controle de Vetores que além de não conseguir prevenir, foi surpreendido por novas doenças e por vetores cada vez mais resistentes as substâncias químicas utilizadas (Abrasco, 2016; Leal Filho et al, 2018).

De uma forma geral, respeitadas as diferenças regionais, as doenças de veiculação hídricas se espalham por todo o território nacional, conforme mostram os dados dos Boletins Epidemiológicos (SVS, 2019) editado pela Secretaria de Vigilância em Saúde/MS:

- Febre de Chikungunya: 87.687, que resultaram em 39 óbitos confirmados em 2018; 185.593, que resultaram em 192 óbitos confirmados em 2017; 271.824, que resultaram em 196 óbitos confirmados em 2016; 38.499, que resultaram em 14 óbitos em 2015.
- Doença pelo vírus Zika: 8.680 sendo 1.097 em gestantes, que resultaram em cinco óbitos em 2018; 17.593 sendo 2.160 em gestantes, que resultaram em um óbito em 2017; 215.319

sendo 1.097 em gestantes, que resultaram em cinco óbitos em 2016. A microcefalia é uma das principais morbidades que precisa ser enfrentada (IPEA, 2018).

- Dengue: 265.934 em 2018; 239.389 em 2017; 1.500.535 em 2016; 1.688.688 em 2015. Os casos mais graves e os óbitos relacionados a Dengue estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dengue – Casos Confirmados de 2013 a 2018.

Ano	Região	Dengue com sinais de alarme	Dengue grave	Óbitos confirmados	Dengue - alarme / Total (%)	Dengue grave / Total (%)	Óbitos confirmados / Total (%)
2018	Norte	118	21	4	3,3	6,5	2,6
	Nordeste	702	92	40	19,4	28,7	25,8
	Sudeste	579	78	32	16,0	24,3	20,6
	Sul	23	3	2	0,6	0,9	1,3
	Centro-Oeste	2194	127	77	60,7	39,6	49,7
	Brasil	3616	321	155	100,0	100,0	100,0
2017	Norte	133	14	7	4,9	4,8	3,8
	Nordeste	247	76	61	9,1	25,9	33,0
	Sudeste	381	71	44	14,1	24,2	23,8
	Sul	9	4	0	0,3	1,4	0,0
	Centro-Oeste	1939	128	73	71,6	43,7	39,5
	Brasil	2709	293	185	100,0	100,0	100,0
2016	Norte	104	14	5	1,1	1,5	0,7
	Nordeste	427	106	118	4,7	11,5	16,8
	Sudeste	3.895	461	411	42,6	50,2	58,6
	Sul	624	128	66	6,8	13,9	9,4
	Centro-Oeste	4.103	210	101	44,8	22,9	14,4
	Brasil	9.153	919	701	100,0	100,0	100,0
2015	Norte	45	121	20	2,6	0,6	2,0
	Nordeste	273	1.168	154	15,9	5,4	15,6
	Sudeste	939	15.641	636	54,8	72,1	64,5
	Sul	110	714	25	6,4	3,3	2,5
	Centro-Oeste	347	4.049	151	20,2	18,7	15,3
	Brasil	1.714	21.693	986	100,0	100,0	100,0
2014	Norte	23	107	19	3,0	1,3	4,0
	Nordeste	211	981	153	27,6	11,6	32,3
	Sudeste	303	6.088	172	39,7	72,2	36,4
	Sul	51	299	12	6,7	3,5	2,5
	Centro-Oeste	176	961	117	23,0	11,4	24,7
	Brasil	764	8.436	473	100,0	100,0	100,0
	Norte	216	22	34	3,2	3,2	5,0
	Nordeste	747	191	181	10,9	27,7	26,9

	Sudeste	3.530	285	268	51,5	41,4	39,8
	Sul	236	40	28	3,4	5,8	4,2
	Centro-Oeste	2.127	151	163	31,0	21,9	24,2
	Brasil	6.856	689	674	100,0	100,0	100,0
Total	2013-2018	23.390	32.157	3.096			

Fonte: Secretaria de Vigilância em Saúde – Ministério da Saúde

DÉFICIT DO SANEAMENTO E NECESSIDADE DE INVESTIMENTO

No Brasil, 18% da população brasileira não tem acesso a água tratada e metade da população não tem esgoto coletado (da parte que é coletada, ¼ não é tratado), segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017, publicados em 2019 (SNIS, 2019).

A titularidade dos serviços públicos de saneamento é municipal. Sabe-se que 90% dos 5.570 municípios brasileiros têm menos de 50 mil habitantes, indicando que não tem viabilidade técnica ou econômica para encontrar soluções, devido à deseconomia de escala, a inadequação da infraestrutura e a falta de mecanismos de financiamento (IBGE, 2019).

A disponibilidade orçamentária para atender a universalização dos serviços públicos de saneamento é cada vez menor. Nos últimos oito anos a média de recursos investidos em água e esgoto foi de R\$13,6 bilhões, contra uma necessidade anual de R\$21,6 bilhões para cumprir a meta de universalização do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) até 2033. Neste ritmo, o Brasil só cumpriria a meta com 20 anos de atraso e precisaria ampliar em mais de 60% os investimentos em saneamento (CNI, 2018).

Devido à crise econômica, as esferas do poder executivo (federal, estadual e municipal) não têm os recursos financeiros para reduzir o déficit do saneamento. O poder público espera atrair investidores privados. Contudo, nos últimos anos, apenas 20% dos investimentos em saneamento vieram do setor privado. Além disso, apesar do investimento realizado ser aquém do necessário, a diferença entre a lacuna no acesso e os investimentos realizados agrava ainda mais as desigualdades regionais, conforme apontado na Tabela 3 (SNIS, 2019).

Tabela 3 – Déficit de Acesso e Investimentos em Saneamento no Brasil.

Macrorregião	Déficit de acesso (%)		Investimentos realizados (%)	
	Água	Esgotos	Água	Esgotos
Norte	28,5	13,4	5,0	3,0
Nordeste	31,5	32,9	22,0	13,7
Sudeste	33,0	28,4	51,8	58,0
Sul	4,8	16,5	12,5	16,7
Centro-Oeste	2,2	8,8	8,8	8,5
Brasil	100	100	100	100

Fonte: SNIS (2019)

O setor privado tem restrições em investir em serviços de saneamento, devido aos riscos envolvidos e à incerteza jurídica. Além de afetar a capacidade de investimento, as limitações orçamentárias estatais elevam o risco de oscilações operacionais e desequilíbrios contratuais nos serviços de saneamento existentes. Nesse sentido, os serviços públicos de saneamento precisam ter sustentabilidade (técnica, jurídica e econômica).

Para reduzir o déficit do saneamento deve-se assegurar essa sustentabilidade do serviço através da conciliação do interesse social, da adequação da qualidade do serviço prestado, da preservação do meio ambiente, da avaliação da capacidade de pagamento dos usuários, da garantia da segurança jurídica e do equilíbrio econômico-financeiro dos contratos.

No cenário mundial, a partir do não entendimento da ODM, as Nações Unidas (ONU) desenvolveram os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). O ODS nº 6 visa assegurar o acesso a água e esgoto para todos até 2030. O Banco Mundial, a UNICEF e a Organização Mundial da Saúde (OMS) calculam que, para atingir este objetivo da ONU de ampliação dos serviços básicos de água e esgoto da população mundial não atendida, exigiria US\$28,4 bilhões por ano em investimentos entre 2015 e 2030 (OMS & UNICEF, 2017).

O Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF) estima que se os países da América Latina investissem 0,7% do Produto Interno Bruto (PIB) por ano, a universalização dos serviços de água potável e esgotamento sanitário aconteceria até 2030, sendo 0,3% para garantir o acesso e 0,4% para operar o sistema (CAF, 2019).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) divulga que para cada US\$1,00 investido em saneamento espera-se um benefício entre US\$4 e US\$5,50 (OMS, 2016). Contudo, 75% desses benefícios seriam sociais e estariam atrelados a economia de tempo, devido à redução de filas de espera e das distâncias

necessárias para acesso à água e a condições sanitárias elementares. Em uma escala menor estariam os benefícios ligados a redução das doenças de veiculação hídrica; e.g. redução da incidência de diarreia, malária ou dengue. Estima-se que 10% das doenças poderiam ser evitadas com universalização do acesso a água, esgotamento sanitário e higiene associados a uma melhor gestão dos recursos hídricos (OECD, 2011).

Nesse sentido, nos países periféricos, os investimentos em saneamento ainda representam uma oportunidade eficiente devido a relação benefício-custo maior quando comparadas às intervenções nos países centrais. No entanto, o processo de universalização do saneamento exige grandes investimentos, com retorno a longo prazo, onde as análises públicas e privadas são frequentemente contrastantes. Os maiores benefícios da universalização do saneamento seriam a redução do tempo gasto no acesso e a melhoria da qualidade ambiental; que são externalidades difíceis de serem internalizadas pelo investidor privado (prestador do serviço) e negligenciadas pelo setor público (titular do serviço). Logo, políticas sanitárias necessitam estar associadas a políticas ambientais para serem sustentáveis (OECD, 2011).

INTEGRAÇÃO ENTRE POLÍTICA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Há necessidade de relacionar as dimensões ambientais e sanitárias em dois níveis: conceitual e operacional. A aproximação conceitual se dá pela carência de estudos analisando as intervenções de saneamento e seus efeitos na saúde. No nível operacional é preciso substituir a visão assistencial-curativa por uma visão preventiva (Heller, 1998).

No entanto, não existe consenso sobre o conceito de saneamento, saneamento básico ou saneamento ambiental. A Fundação Nacional de Saúde (Funasa) afirma que “o conceito de saneamento vem sendo socialmente construído ao longo da história da humanidade, em função das condições materiais e sociais de cada época, do avanço do conhecimento e da sua apropriação pela população” (Funasa, 2015).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) conceitua saneamento como “o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social”. Esse conceito ampliado não limita as ações de saneamento a prover o acesso e o uso de instalações e serviços para o descarte seguro de urina e fezes humanas. Operacionalmente o implemento da universalização dessas condições sanitárias mínimas deve ser progressiva e supõe

utilização de tecnologias de baixo custo para a eliminação dos excrementos humanos (OMS & UNICEF, 2017).

A abrangência conceitual de saneamento é fundamental para elaborar-se uma política sanitária efetiva de universalização do acesso. As Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (Lei 11.445/07) estimulam à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários de forma a adotar soluções graduais e progressivas para melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários.

Normalmente, na busca pela universalidade e pela integralidade, os planos de saneamento brasileiros não consideram a possibilidade de progressividade e gradualidade; e não incorporam a concepção de tecnologias apropriadas que poderia viabilizar diversas iniciativas. Não há previsão legal para “equidade” dos serviços prestados. A exigência de equidade, aumenta a necessidade de investimentos e eleva os riscos para o investidor privado.

Historicamente, o controle de vetores foi incorporado no conceito de saneamento, o que não ocorre mais. A partir da Lei 11.445/07, saneamento básico passou a agrupar apenas os quatro serviços que são passíveis de cobrança e, por isso, atrativos ao investidor privado.

Nesse contexto, negligenciando o controle de vetores, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) estima que os seriam necessários R\$150 bilhões por ano até 2035 somente para universalizar o esgotamento sanitário urbano em todos os municípios brasileiros. No Brasil, os investimentos em coleta custam 2,7 vezes mais do que os previstos em tratamento.

No entanto, a relação entre esses custos agrava ainda mais as desigualdades regionais, sendo maior na Região Norte (4,1x) e menor na Região Sudeste (1,3x) (PLANSAB, 2019).

Ressalta-se que a estratégia utilizada pelo Plansab e pelos Planos de Saneamento é apurar os custos necessários à universalização para cada componente dos serviços públicos de saneamento. O foco da estimativa desses custos sempre foi na infraestrutura necessária para viabilizar a prestação dos serviços de saneamento.

As políticas públicas tentam disponibilizar recursos públicos não reembolsáveis para infraestrutura; não na operação de um serviço de qualidade. Prestar um serviço público de qualidade é muito mais complexo do que prover a infraestrutura necessária.

A afirmação de que saneamento inadequado estaria relacionado a falta de capacidade de pagamento dos usuários é corroborada pelos dados apresentados, onde as regiões mais carentes apresentaram

índices de cobertura inferiores. Ressalta-se que, além desse aspecto, existe uma desigualdade na cobertura entre as áreas urbanas e rurais, que estaria associada a diferentes densidades populacionais.

Nesse sentido, Lobato & Jardim (2015) mostraram que na Região Norte onde prevalece um déficit dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, há um elevado número de internações hospitalares por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, comprovando a importância da dimensão ambiental nas ações sanitárias.

Por outro lado, algumas doenças transmitidas pela água (Zika, Dengue e Chikungunya) apresentam distribuição espacial, que rompem essa barreira econômica, atingindo majoritariamente as áreas urbanas e as regiões mais ricas do país, ver Tabela 1.

Alves et al (2015) mostraram que características socioeconômicas, epidemiológicas, culturais, sanitárias e ambientais influenciam na forma de transmissão de doenças por vetores em diferentes comunidades.

Teixeira et al (2011) mostraram a estreita relação entre saúde e os investimentos de saneamento. Apesar do aumento na cobertura de saneamento apresentar melhorias nos indicadores de saúde dos estados brasileiros, levantou dúvidas sobre a eficiência dos investimentos realizados. Há necessidade de priorizar os investimentos em saneamento utilizando indicadores de desenvolvimento social e epidemiológicos.

Destaca-se ainda que, devido a desconexão entre política sanitária e política ambiental, a melhoria no acesso a água tratada, responsável pela diminuição na mortalidade infantil, especialmente em regiões mais carentes (Figura 1), foi incapaz de reduzir certas doenças transmitidas por vetores (Tabela 1).

Sob esse aspecto, a política sanitária fracassou, ao desconsiderar as características sistêmicas ambientais. Os custos das ações sanitárias são individualizados; percebidos pelos usuários, titulares e prestadores do serviço. Em contrapartida, seus benefícios são difusos, de difícil percepção e muita rejeição pelos atores, principalmente pelos investidores privados.

Passados mais de dez anos, ainda persistem preocupações para os três principais atores: o prestador, o usuário e o titular do serviço. Deste modo, a política sanitária brasileira, orientada pela Lei 11.445/07 prossegue dissociada da dimensão ambiental como mais uma iniciativa jurídica fracassada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental, social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade e saneamento como o controle de todos os fatores que levam a este estado ampliado de saúde. Na associação destes conceitos fica evidente que a relação entre saneamento e saúde necessita de uma visão sistêmica ambiental.

Nas diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei 11.445/07) permanece o equívoco de que o déficit de prestação do serviço estaria somente atrelado a falta de infraestrutura adequada. Muitos programas governamentais e políticas públicas fracassaram por contemplarem essa visão distorcida, focalizada em investir recursos públicos não reembolsáveis em obras de engenharia. A maioria dos serviços públicos de saneamento não tem sustentabilidade (técnica, jurídica e econômica) e não produzem os efeitos esperados à saúde, por não considerarem uma visão sistêmica ambiental.

Nas regiões carentes do país, a situação é mais crítica e a viabilidade do serviço público é menor porque os custos são potencialmente maiores devido a dificuldades operacionais e a geração de receita ser mais arriscada devido à baixa capacidade de pagamento dos usuários. Além disso, as vulnerabilidades da população associadas a desigualdade econômica potencializam os efeitos deletérios à saúde pelo déficit de acesso ao saneamento.

Os resultados desse estudo mostraram que os investimentos em saneamento no Brasil provocaram uma redução na mortalidade infantil por doença diarreica aguda, especialmente nas regiões mais carentes e fragilizadas. Mas, não foram eficientes em prevenir muitas doenças transmitidas por vetores devido a ausência da dimensão de saneamento ambiental que considera uma abordagem sistêmica do meio ambiente e seus impactos à saúde da população.

Além disso, os serviços públicos de esgotamento sanitário que continuam com baixa cobertura, não vêm sendo priorizados nas ações sanitárias, especialmente pelo investidor privado, pelos custos elevados e pela dificuldade de internalização dos benefícios difusos gerados pela negligência da incorporação da dimensão ambiental nas políticas sanitárias.

Essa limitação das ações sanitárias está refletida no próprio conceito restrito de saneamento básico que prevalece no Plansab e nas Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (Lei 11.445/07) e está atrelada a prestação dos quatro serviços (Água, Esgoto, Lixo e Drenagem) que seriam passíveis de cobrança e atrativos ao investidor privado.

Nessa visão restrita do conceito de saneamento, que prevalece na legislação e nas políticas públicas, torna-se impraticável internalizar os impactos ambientais difusos, positivos e negativos, limitando as ações sanitárias e causando danos a saúde da população.

Como resultado dessa inconsistência nas políticas públicas pode-se relacionar a proliferação de vetores provocada por um desequilíbrio ambiental que aumentou a incidência de diversas doenças de veiculação hídrica (Zika, Dengue e Chikungunya) elevando a morbidade e a mortalidade da população brasileira.

No entanto, ao contrário das doenças associadas ao déficit de saneamento básico (acesso a água tratada e a esgotamento sanitário) que ocorrem majoritariamente em regiões mais carentes; algumas doenças transmitidas por vetores (e.g. Zika, Dengue e Chikungunya) ocorreram preferencialmente nas áreas urbanas mais desenvolvidas.

Portanto, não há como universalizar o acesso aos serviços públicos de saneamento analisando apenas a sustentabilidade financeira dos custos de implantação da infraestrutura. Faz-se necessário também incorporar uma análise dos custos da operacionalização dos serviços, que normalmente, são ainda maiores. Além disso, não é possível viabilizar os investimentos em saneamento sem a incorporação da saúde ambiental, porque a maioria dos benefícios das ações sanitárias são sociais e difusas. Por isso, no processo decisório deve-se buscar a integração das políticas sanitárias e ambientais, a partir de uma priorização lastreada em estudos epidemiológicos e socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

- Abrasco - Associação Brasileira de Saúde Coletiva. Nota técnica sobre microcefalia e doenças vetoriais relacionadas ao *Aedes aegypti*: os perigos das abordagens com larvicidas e nebulizações químicas – fumacê. 2016.
- Alves, M L; Azevedo, R M; Ximenes, M F F M. Leishmaniose Visceral e Aspectos Socioambientais: Relatos sobre a Doença em Área Periurbana da Região Metropolitana de Natal (RN), RBCIAMB. Dez 2015 (38):109-122.
- Bühler, H F; Ignotti, E; Neves, S M A S; Hacon, S S. Análise espacial de indicadores integrados determinantes da mortalidade por diarreia aguda em crianças menores de 1 ano em regiões geográficas. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(10):4131-4140, 2014.
- CAF - Banco de Desenvolvimento da América Latina. Programa de Pré-investimento para o Setor da Água. <<https://www.caf.com/pt/>>. Acesso em: Abr. 2019. -
- CNI. Confederação Nacional da Indústria. Saneamento Básico: Uma Agenda Regulatória e Institucional. Brasília. 2018.
- Funasa - Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Manual de Saneamento, Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2015. 642 p. il.
- Garcia, L P Epidemia do Vírus Zika e Microcefalia no Brasil: Emergência, Evolução e Enfrentamento Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2018.
- Heller, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. *Ciência & Saúde Coletiva*, 3(2):73-84, 1998.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/>>. Acesso em: Abr. 2019.
- Leal Filho, W., Bönecke, J., Spielmann, H., Azeiteiro, U.M., Alves, F., de Carvalho, M.L., Nagy, G.J., Climate change and health: An analysis of causal relations on the spread of vector-borne diseases in Brazil. *Journal of Cleaner Production*. 177, 589-596. 2018.
- Lobato, G J M; Jardim, M A G. Caracterização de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável na Relação Saúde e Ambiente por meio das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). RBCIAMB. Set 2014 (33): 23-31.
- Meneguessi, G M; Mossri, R M; Segatto, T C V; Reis, P O. Morbimortalidade por doenças diarreicas agudas em crianças menores de 10 anos no Distrito Federal, Brasil, 2003 a 2012. *Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília*, 24(3):721-730, out-dez 2015.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. *Benefits of Investing in Water and Sanitation: An OECD Perspective*, OECD Publishing. 2011.
- OMS - World Health Organization. Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage. WHO/HSE/WSH/12.01. WHO Press, World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2012.

OMS - World Health Organization. Sanitation safety planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta. World Health Organization. Reprinted with changes. 2016.

OMS & UNICEF - World Health Organization and the United Nations Children's Fund. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: update and SDG baselines. 2017.

Plansab. Plano Nacional de Saneamento Básico. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. Brasília. 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2019.

SVS. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico, 2019.

Teixeira, J C; Gomes, M H R; Souza, J A. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros – estudo comparativo entre 2001 e 2006. *Eng Sanit Ambient*, v.16 n.2, abr/jun 2011: 197-204.

WB – World Bank. Strategic Environmental Assessment for Policies - An Instrument for Good Governance. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. World Bank Press. 2008.

WWDR - UN World Water Development Report. Water for People, Water for Life - 2003.



BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME X



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE