ReGeo ISSN: 2177-3246

AQUATERRÁRIO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA: EXPOSIÇÃO DE UMA MAQUETE VIVA DO ECOSSISTEMA MANGUEZAL NO CENTRO APRENDIZ DE PESQUISADOR DO CEPEMA/USP

AQUATERRARRIUM AS A PEDAGOGICAL TOOL: EXPOSITION OF A LIVING MODEL FROM THE MANGROVE ECOSYSTEM AT THE CEPEMA/USP APPRENTICE RESEARCHER CENTER

ACUATERRARIO COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA: EXPOSICIÓN DE UN MODELO VIVO DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR EN EL CENTRO APRENDIZ DE INVESTIGADOR DEL CEPEMA/USP

10.56238/revgeov17n1-104

Manuela Esquivel Rodriguez Montero
Tecnóloga em Gestão Ambiental
Instituição: Universidade Maurício de Nassau (UNINASSAU)
E-mail: manuela.esquivel@gmail.com

Luciana Cruz da Silva
Tecnóloga em Turismo
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
E-mail: luecoturismo@gmail.com

Igor Henrique Acioli Silva
Licenciado em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências - Campus do Litoral Paulista (UNESP)
E-mail: igor.henrique@unesp.br

Osmar Francisco Gomes
Doutor em Ciências Ambientais
Instituição: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP-USP)
E-mail: ofgomes@usp.br

Marcela Elena Fejes
Doutora em Ciências Químicas
Instituição: Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade de Buenos Aires (UBAE)
E-mail: marcelafejes@gmail.com

RESUMO
Considerando a importância e o desconhecimento da população em geral sobre o ecossistema manguezal, este trabalho buscou elaborar uma "maquete viva" que estimulasse a curiosidade e facilitasse a divulgação científica na área de Ecologia de Ecossistemas. Para isso, buscou-se recriar esse ambiente em um aquaterrário para exposição em atividades de educação ambiental no Centro

Aprendiz de Pesquisador (CAP) do Centro de Capacitação e Pesquisa em Meio Ambiente (CEPEMA/POLI-USP), que recebe visitas mediadas por monitores visando proporcionar a oportunidade de conhecer um laboratório de pesquisa e exercitar habilidades investigativas. Objetivando facilitar o reconhecimento e a compreensão de sua importância, os visitantes que realizaram a atividade do manguezal ao longo do último trimestre letivo de 2024 tiveram contato com o experimento, constituído por aquaterrários temáticos simulando mini bosques de mangues verdadeiros, além de uma exposição sensorial com elementos reais coletados nesse ecossistema. Assim, os alunos puderam perceber e reconhecer diversas espécies, compreender suas dinâmicas e exercitar habilidades investigativas de forma mais concreta do que apenas com as fotos ou com a maquete artificial, o que indica que aquaterrários podem ser úteis para reproduzir o ambiente de manguezal em centros de Ciências para fins didáticos. Para manter a maquete viva, porém, é necessária uma continuidade desta pesquisa a fim de definir um protocolo de manutenção e monitoramento que mantenha os elementos em equilíbrio dentro do sistema.

Palavras-chave: Aquaterrário. Maquete Viva. Ecossistema Manguezal. Exposição Sensorial. Educação Ambiental.

ABSTRACT

Considering the importance and lack of general public knowledge about the mangrove ecosystem, this work sought to develop a "living model" that would stimulate curiosity and facilitate scientific dissemination in the field of Ecosystem Ecology. To this end, this environment was recreated in an aquaterrarium for display in environmental education activities at the Researcher Apprentice Center (CAP) of the Center for Training and Research in the Environment (CEPEMA/POLI-USP), which receives visits mediated by monitors in order to provide the opportunity of getting to know a research laboratory and experience investigative skills. Aiming to facilitate the recognition and understanding of its importance, visitors who participated in the mangrove activity during the last academic quarter of 2024 had contact with the experiment, consisting of themed aquaterrariums simulating real mini-mangrove forests, as well as a sensory exhibition with real elements collected from this ecosystem. Thus, the students were able to perceive and recognize several species, understand their dynamics, and practice investigative skills in a more concrete way than just with photos or an artificial model, which indicates that aquaterrariums can be useful for reproducing the mangrove environment in science centers for educational purposes. To keep the model alive, however, it is necessary to continue this research in order to define a maintenance and monitoring protocol that keeps the elements in balance within the system.

Keywords: Aquaterrarium. Living Model. Mangrove Ecosystem. Sensory Exhibition. Environmental Education.

RESUMEN

Considerando la importancia y la falta de conocimiento del público general sobre el ecosistema de manglares, este trabajo buscó desarrollar un "modelo vivo" que estimulara la curiosidad y facilitara la divulgación científica en el campo de la Ecología de Ecosistemas. Para ello, este entorno se recreó en un acuaterrario para su exhibición en actividades de educación ambiental en el Centro Aprendiz de Investigador (CAP) del Centro de Capacitación y Pesquisa en Medio Ambiente (CEPEMA/POLI-USP), que se llevan a cabo em visitas mediadas por monitores para brindar a los visitantes la oportunidad de aprender sobre un laboratorio de investigación y practicar habilidades investigativas. Con el objetivo de facilitar el reconocimiento y la comprensión de su importancia, los visitantes que participaron en la actividad sobre manglares durante el último trimestre académico de 2024 tuvieron contacto con el experimento, que consiste en acuaterrarios temáticos que simulan mini-manglares reales, así como una exposición sensorial con elementos reales recolectados de este ecosistema. Así, los estudiantes pudieron percibir y reconocer varias especies, comprender su dinámica y practicar habilidades de investigación de una manera más concreta que con fotos o un modelo artificial. Esto indica que los acuaterrarios pueden ser útiles para reproducir el entorno de manglares en centros

científicos con fines educativos. Sin embargo, para mantener el modelo vigente, es necesario continuar con esta investigación y definir un protocolo de mantenimiento y monitoreo que mantenga el equilibrio de los elementos dentro del sistema.

Palabras clave: Acuaterrario. Modelo Vivo. Ecosistema Manglar. Exposición Sensorial. Educación Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Os manguezais são um ecossistema costeiro de transição presente em quase todos os continentes do globo terrestre. Suas plantas, os mangues, têm a peculiaridade de se propagar a milhares de quilômetros através dos movimentos das marés, que transportam suas sementes diásporas (também chamadas de propágulos) a longas distâncias durante até um ano, ou até chegarem a se fixar em qualquer lugar onde encontrem as condições ideais para seu desenvolvimento: um ambiente que seja úmido, de clima preferencialmente tropical, com solo encharcado e rico em nutrientes. Essenciais para a manutenção de diversos serviços ecológicos e socioeconômicos e para o controle das mudanças climáticas, os manguezais fornecem diversos serviços de provisão, regulação e suporte das condições essenciais para a existência humana (YOKOYA, 1995; SOUZA et al., 2018; ICMBIO, 2018; KITAGAMI et al., 2023; NASCIMENTO, SANTOS & FEJES, 2023). Apesar do intenso desmatamento que vem ocorrendo desde o início da colonização portuguesa, ainda há resquícios de manguezais em quase toda a costa atlântica do continente americano, desde as Ilhas Bermudas chegando até o estado de Santa Catarina, no Brasil, se fazendo presente em vários biomas. Ainda assim, no Brasil, a fragmentação, a contaminação e a perda deste habitat vêm sendo observados nas últimas décadas (YOKOYA, 1995; ICMBIO, 2018; SOUZA et al., 2018).

A cidade de Cubatão, que já foi considerada a cidade mais poluída e mundialmente conhecida como “o vale da morte”; hoje em dia é símbolo de recuperação ambiental, tendo o guará-vermelho, ave típica do manguezal, como símbolo oficial da cidade. Ainda assim, o desconhecimento da população sobre os serviços ecossistêmicos do manguezal faz com que o mesmo ainda não seja considerado com a importância que merece (CRUZ et al., 2012; NASCIMENTO, SANTOS & FEJES, 2023).

O Centro Aprendiz de Pesquisador (CAP) é um projeto de extensão universitária criado pelo Núcleo de Educação e Divulgação (NED) do Centro de Capacitação e Pesquisa em Meio Ambiente da USP (CEPEMA), cujo complexo está localizado no município de Cubatão. Com a proposta de aproximar a comunidade local da vivência científica, através de suas salas temáticas e do seu Viveiro-Escola, o local oferece atividades focadas em exercitar habilidades investigativas, para que os visitantes, que são principalmente alunos de escolas públicas de todos os níveis de ensino, possam vivenciar momentos como pesquisadores, em visitas curtas, onde o tempo é muito bem aproveitado. O CAP/CEPEMA também reproduz mudas para reflorestamento de espécies nativas da mata atlântica através das atividades educativas de semeadura e transplantagem. (CRUZ et al., 2012; COSTA et al., 2021; NASCIMENTO, SANTOS & FEJES, 2023; SILVA, FEJES & PERPETUO, 2025).

Nesse contexto, uma das atividades criadas em 2024 foi a do “Meio Ambiente Costeiro de Transição: Manguezal” (NASCIMENTO, SANTOS & FEJES, 2023). Com o intuito de estimular os alunos a pesquisar e conhecer melhor o seu ambiente, e para que os alunos se sentissem “próximos”

ao ecossistema durante a atividade, a referida pesquisa construiu uma maquete artificial, idealizada como um “mini mangue”, para representar o ecossistema, utilizando réplicas dos seus elementos, como “plantas artificiais com longos galhos e introduzidas num solo de argila”, além de “crustáceos, caranguejos e lagostas de borracha” (Figura 1).

Figura 1. Maquete artificial disponível para a atividade do manguezal no CAP, elaborada por NASCIMENTO, SANTOS & FEJES, 2023.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Figura 2 - Parada Pedagógica durante o Passeio Ecocultural.



Fonte: Projeto Manguezal Vivo.

Dentre as iniciativas socioambientais que buscam conscientizar a comunidade sobre esse ecossistema, surge também uma organização não governamental chamada Manguezal Vivo (SECOM, 2024). Na tentativa de ressignificar o conceito de manguezal com abordagem crítica de educação ambiental (SANTOS & TOSCHI, 2015), o projeto proporciona ao público um passeio de canoagem nos paradisíacos canais naturais de Cubatão. Alguns monitores atuantes no CAP/CEPEMA realizaram a formação de monitor ecocultural do projeto Manguezal Vivo e passaram a realizar condução de grupos e atividades de educação ambiental em caiaques, com paradas pedagógicas (Figura 2) para o reconhecimento das três espécies de mangue predominantes no litoral do sudeste: o mangue-vermelho (Rhizophora mangle), o mangue-preto (Avicennia Schaueriana) e o mangue-branco (Laguncularia racemosa) (KITAGAMI et al., 2023).

Instigado pelo modo de reprodução dos propágulos das plantas de mangue, este projeto partiu da hipótese que, ao serem cultivados em um recipiente de vidro, em substrato com água originais do

manguezal, o resultado seria uma reprodução fidedigna do ecossistema, podendo se tornar uma potencial ferramenta pedagógica no ensino de ciências, por favorecer a visualização de seus componentes através de suas paredes transparentes. Chegou-se, assim, à ideia da elaboração de um vivário, à qual somou-se a intenção de substituir a maquete artificial utilizada na atividade realizada no CAP sobre o manguezal por uma "maquete viva". Isso permitiria uma revitalização da atividade, aproximando ainda mais o público-alvo do ecossistema, favorecendo a divulgação científica, abrindo caminhos para o cultivo de mudas de mangue e possibilitando futuros projetos de reflorestamento no viveiro-escola do CAP/CEPEMA.

O intuito deste trabalho é demonstrar a possibilidade de difundir e desmistificar os conceitos de mangue e manguezal aos alunos visitantes do CAP-CEPEMA/USP, favorecendo habilidades investigativas por meio do contato com uma exposição sensorial centrada em uma maquete viva constituída por um aquaterrário contendo elementos reais desse ecossistema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

VILLAS BOAS (2002) utiliza o termo "maquete viva" para descrever um experimento de um aluno da 7ª série que consistiu em retratar o manguezal com elementos vivos trazidos do ecossistema em estudo, formando um conjunto harmonioso; mas relata que alguns organismos ficaram estressados e outros morreram ao serem devolvidos ao seu ambiente natural. Esse relato demonstra a existência de interesse por parte de educadores ambientais pela possibilidade de recriar o ambiente de manguezal através de maquetes vivas, e revela a carência de orientações no sentido de mantê-las "funcionando" de maneira equilibrada e harmoniosa.

Segundo SALGADO & MARANDINO (2014), as exposições desempenham um papel relevante em aquários e oceanários em geral, por serem espaços nos quais ações de ensino e aprendizagem se realizam, ao disponibilizar o conhecimento científico para o visitante por meio de modelos e tanques com organismos vivos. Para FIGUEIREDO (2021), o terrário constitui um modelo analógico semântico tridimensional de um ecossistema, capaz de proporcionar a testagem e investigação além da mera visualização de componentes.

Dentro do aquarismo, aquaterrários ou paludários são considerados um tipo específico de terrário constituído por uma parte terrestre e outra parte aquática. Terrários (ou vivários), por sua vez, são definidos de forma mais abrangente, como "mini-laboratórios práticos, através dos quais procura-se reproduzir as condições do meio ambiente" (DA ROSA, 2009). VERONEZ et al. (2009) define terrário como um modelo de ecossistema - ou seja, como uma pequena representação de um ambiente com um conjunto de elementos que interagem em equilíbrio e onde variáveis podem ser controladas. Durante seu experimento educacional, afirma ter percebido uma mudança de postura e de discurso por parte dos alunos após terem contato com os terrários, concluindo serem eles efetivos para o processo

de educação ambiental e formação do cidadão e que a sua utilização como tema gerador é eficaz no ensino em ambientes não-formais quando aliadas à educação formal, contribuindo de maneira significativa para a contextualização dos conteúdos vistos na sala de aula, além de introduzir métodos científicos para estudo desses temas.

(XAVIER, PERIN & GONÇALVES, 2023) afirma que a Divulgação Científica e os espaços não formais são importantes para que a cultura científica possa ser difundida entre estudantes e professores, pois proporcionam experiências que vão além dos discursos e dos textos, aumentam o alcance dos conhecimentos científicos na escola e diversificam as práticas pedagógicas dos docentes. O CAP/CEPEMA-USP pode ser inserido na categoria de espaço não-formal institucional, por dispor de um local interativo onde os alunos podem realizar experimentos científicos, trabalhar em equipe e desenvolver diversas habilidades, como por exemplo: criatividade, socialização, criticidade, proposição, resolução de problemas, formulação de hipóteses, além de realizar ações como: entender o que foi pedido para fazer, observar, comparar, concentrar, medir e usar unidades de medidas, usar o microscópio ou lupa, classificar, organizar, desenhar ou esquematizar, analisar os dados, registrar dados na folha de exercícios, trabalhar em equipe, levantar hipóteses, compartilhar, questionar, refutar e compreender. (COSTA et al., 2021; SILVA, FEJES & PERPETUO, 2025; NASCIMENTO, SANTOS & FEJES, 2023).

3 METODOLOGIA

Para substituir a maquete artificial por uma natural foi necessário, além de montar aquaterrários com elementos originais do ecossistema, reformular a atividade do manguezal no CAP de modo a privilegiar esses elementos nas visitas monitoradas. Procurou-se desenvolver uma atividade prática curta, que proporcionasse aos alunos o exercício da investigação gerada pelo contato com a(s) maquete(s) viva(s) dentro do tempo limite de 20 minutos. Esta atividade, descrita mais adiante, foi aplicada semanalmente ao longo do último trimestre letivo de 2024, e a coleta de dados foi realizada presencialmente e através das folhas de exercícios, que são preenchidas durante as atividades e entregues de volta aos alunos após registro fotográfico para análises qualitativas. Segundo BOGDAN & BIKLEN (1988), essa abordagem se caracteriza pela coleta de dados a partir do ambiente natural, onde as informações e observações são obtidas diretamente no contexto em que ocorrem. Além disso, “os materiais registados mecanicamente são revistos na sua totalidade pelo investigador, sendo o entendimento que este tem deles o instrumento-chave de análise.” Nas atividades do CAP/CEPEMA, os visitantes são incentivados a buscar respostas para questões-problema através do exercício da própria curiosidade e do manuseio prático de diversos equipamentos. Assim, as folhas de exercícios pertencem aos próprios alunos e não passam por correção dos monitores, sendo facultativo o seu

preenchimento, que serve como material de apoio e registro das atividades realizadas e das habilidades trabalhadas.

Para a montagem da maquete viva, foi necessária a obtenção dos elementos do ecossistema em saídas de campo, além de garantir que houvesse uma porção de terra submersa e outra emersa dentro do recipiente de cultivo, como acontece no seu habitat natural. Por fazerem parte da meiofauna, alguns espécimes de caranguejos de dimensões reduzidas, como é o caso do gênero "chama-maré" (Leptuca e Minuca), muito comuns nos estuários da região (PINHEIRO et al., 2016), acabaram sendo transportados junto ao sedimento. As amostras de solo, de água, da fauna e as sementes utilizadas na montagem dos paludários foram coletadas em áreas de manguezal, nas cidades de Santos, São Vicente e Cubatão. O primeiro protótipo foi montado num recipiente de vidro de 22cm x 17cm x 34,5cm que havia sido cedido pela ETEC de Cubatão por ocasião de uma exposição temática que acompanhou a palestra do projeto Manguezal Vivo para a Semana do Meio Ambiente na mesma escola, em junho de 2023. Para essa exposição foram utilizados, além do aquaterrário, diversos elementos previamente coletados pelos monitores ecoculturais em expedições de canoagem, como penas de aves, conchas de moluscos, carapaças de crustáceos, sedimentos, propágulos, brotos, mudas, ramos, raízes e folhas das três espécies de mangue, devidamente identificados (figuras 3 e 4).

Figuras 3 e 4 - Exposição do Manguezal Vivo na Etec de Cubatão, em junho de 2023.



Fonte: elaborado pelos próprios autores.

Após a finalização do evento, o aquaterrário (Figura 5) foi transportado para o CAP/CEPEMA juntamente aos outros elementos da exposição. Todo esse acervo foi incorporado à atividade do manguezal, que já contava com diversos materiais gráficos, que foram, então, adaptados (Figura 6).

Além disso, um filhote de tubarão cabeça-chata (Carcharhinus leucas) e uma cobra d'água (Erythrolamprus miliaris) conservados em álcool, além de um martim-pescador grande (Megaceryle torquata) taxidermizado foram transferidos da atividade de animais, realizada em outra sala, para essa exposição, por serem espécies típicas desse ecossistema (Figura 7). A atividade do manguezal é realizada numa sala dedicada a atividades relacionadas a ambientes marinhos, denominada "Sala das

Águas", de modo que há moluscos, equinodermos e corais expostos em diversos tipos de apresentação. Posteriormente, uma vitrine de crustáceos doados pela SEMAM (figura 8) também foi incorporada ao acervo.

Figura 5. Interior do aquaterrário.



Figura 6. Exposição reformulada no CAP/CEPEMA (junho de 2024).



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 7. Sala das águas.



Figura 8. Vitrine de crustáceos doada pela SEMAM.

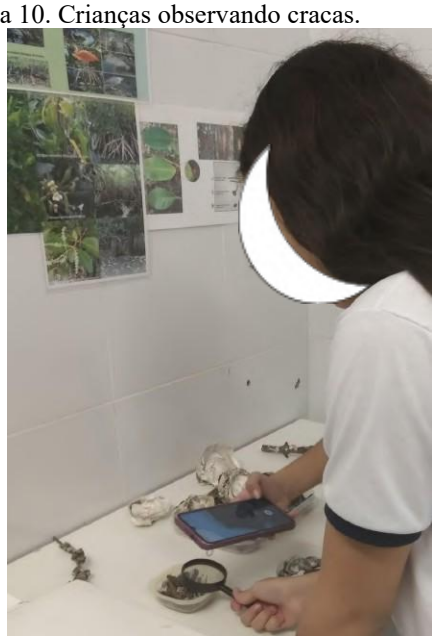


Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 9. Atividade do Manguezal.



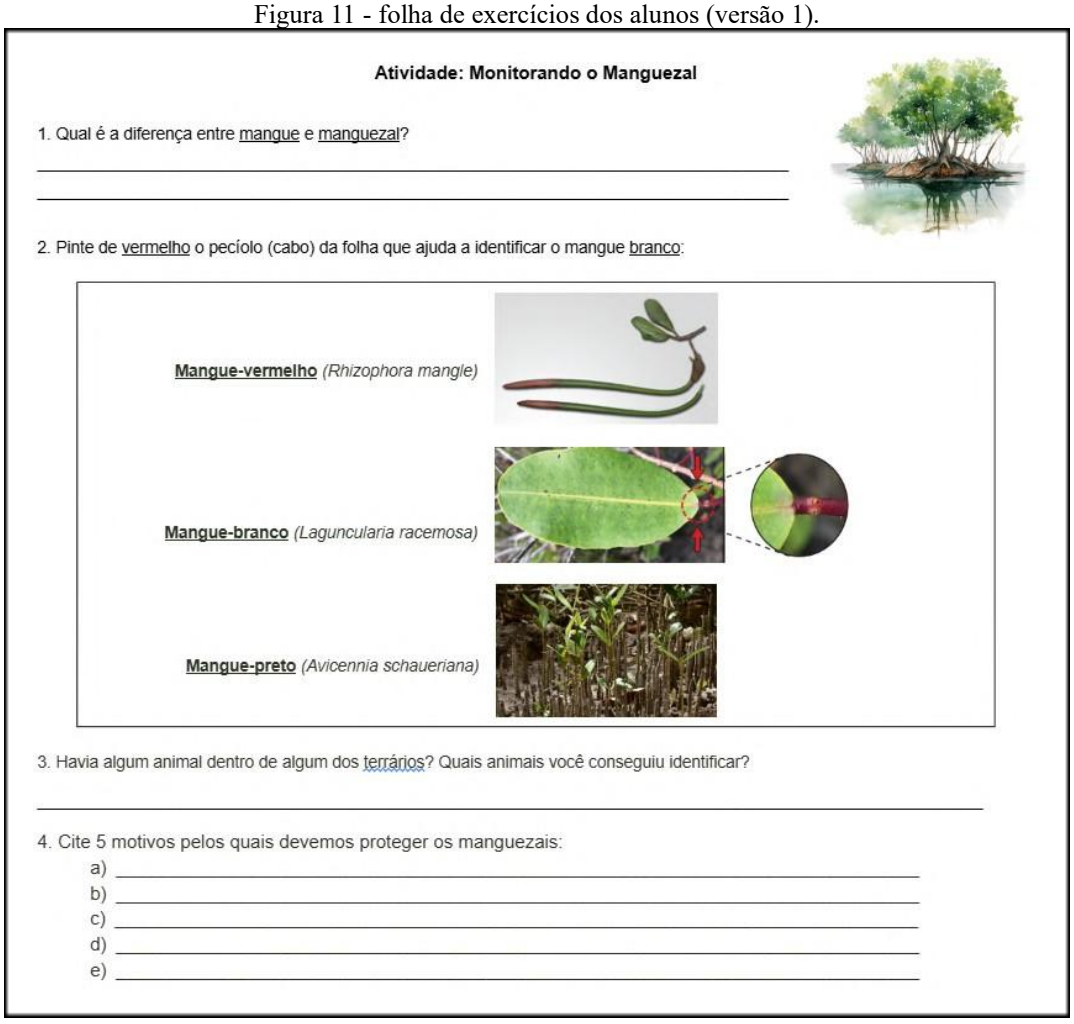
Figura 10. Crianças observando cracas.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Para demonstrar esse fenômeno, o monitor segura o propágulo no ar (Figura 9) sobre uma pequena amostra de sedimento contida em um recipiente e, ao soltá-la, ela se insere verticalmente no substrato. Em seguida o monitor explica como, nos casos de cair da árvore em um momento de maré cheia, os propágulos podem flutuar por diversos quilômetros, sendo arrastados pela maré até conseguir se fixar no sedimento, graças à viviparidade (SOUZA et al., 2018; ICMBIO, 2018; KITAGAMI et al., 2023). Explica também a relação que alguns moluscos e crustáceos sésseis, como ostras, mexilhões e cracas (Figura 10), estabelecem com as raízes dos mangues.

Figura 11 - folha de exercícios dos alunos (versão 1).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Após as explicações, os alunos são estimulados a realizar as ações previstas nas folhas de exercícios (Figuras 11 e 12). Na versão 1 (figura 11), eles devem explicar com suas próprias palavras a diferença entre os conceitos de mangue e manguezal. Após, são orientados a diferenciar as 3 espécies de mangue através das suas folhas, raízes e propágulos, identificar a existência de animais no terrário e, em seguida, refletir sobre a importância do manguezal, na qual todo o grupo deve citar 5 serviços ecossistêmicos que justifiquem sua preservação. Na versão 2 (figura 12), os alunos devem registrar as condições climáticas, horário, data, local e temperatura de todos os termômetros disponíveis na mesa dos aquaterrários, além de regar as plantas quando necessário, identificar e contar as espécies, medi-las e medir também o nível da água dentro das maquetes. O monitoramento da temperatura interna é realizado através de 4 termômetros inseridos nas extremidades opostas do sedimento em cada aquaterrário. Os alunos também devem identificar e registrar a percepção da existência de cristais de sal ou gotículas de água presentes nas folhas de cada espécie, utilizando os sentidos da visão e do tato, ocasião aproveitada para . Em ambas as versões da folha de exercícios, a questão final, respondida à parte, consiste num quadro em branco, no qual os alunos são convidados a realizar esboços daquilo que mais chamou sua atenção na atividade.

Figura 12 - folha de exercícios dos alunos (versão 2).

FICHA DE CONTROLE - TERRÁRIO

Horário	Clima	Temp. (°C)	Nível da água (cm)	A1 (°C)	A2 (°C)	B1 (°C)	B2 (°C)

FICHA DE CONTROLE - MUDAS

Recipiente: _____ Substrato: _____

ESPÉCIES	Mangue Vermelho (Rhizophora mangle)	Mangue Preto (Laguncularia racemosa)	Mangue Branco (Avicennia Schaueriana)
Quantidade			
Altura da maior muda			
Cristais de sal			
Gotículas de água			

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

4 RESULTADOS

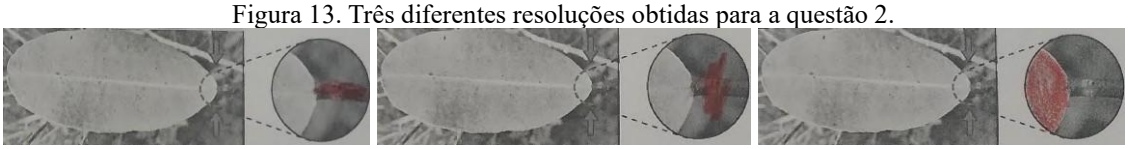
Ao longo do trimestre letivo, a atividade do manguezal foi aplicada em 51 grupos de 3-6 alunos de nível Fundamental 2, gerando um total de 121 folhas de exercícios preenchidas. Sobre a questão 1, "Qual é a diferença entre mangue e manguezal?", algumas respostas selecionadas para ilustrar os resultados foram:

- "Mangue é árvore e manguezal é o conjunto de árvore".
- "Mangue é uma árvore e manguezal é um lugar cheio da árvore (mangue)."
- "Que o mangue é uma planta e o manguezal, é onde abita [sic] vários animais."
- "Mangue é a planta, manguezal é o ecosistema [sic] onde fica o mangue".
- "O mangue é uma unidade e o manguezal é uma multitude da espezie [sic]."
- "O mangue é a planta e manguezal é aonde [sic] fica a planta".

Observando a diversidade de construções gramaticais com o mesmo significado, é notável o uso das habilidades cognitivas para tentar responder às questões discursivas com suas próprias palavras, onde os alunos conseguiram expressar de diversas formas a mesma compreensão de ser o manguezal um coletivo de mangues.

Na questão 2, que solicita colorir de vermelho o pecíolo (cabo) da folha que ajuda a identificar o mangue branco, foi observado que os alunos tiveram dificuldade para compreender qual parte do desenho, impresso em preto e branco, deveria ser pintado; mesmo tendo acesso à imagem original colorida e às próprias plantas de mangue branco ali expostas. A Figura 13 mostra três exemplos diferentes de como a questão foi respondida, evidenciando uma certa dificuldade de alguns alunos em localizar o pecíolo das folhas ou até mesmo de compreender o enunciado da questão.

Figura 13. Três diferentes resoluções obtidas para a questão 2.



Fonte: elaborado pelos próprios autores.

Para a terceira questão, “Havia algum animal dentro do terrário? Qual ou quais?”, os alunos foram incentivados a verificar se conseguiam identificar algum animal vivo dentro dos aquários, e sempre reagiam com muita curiosidade ao compreender que os buracos no sedimento eram na verdade tocas construídas por caranguejos, se aproximando imediatamente para poder observá-los mais de perto.

Figura 12. Buracos de caranguejo (vista superior).



Figura 13. Túnel com caranguejo dentro (vista lateral).



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

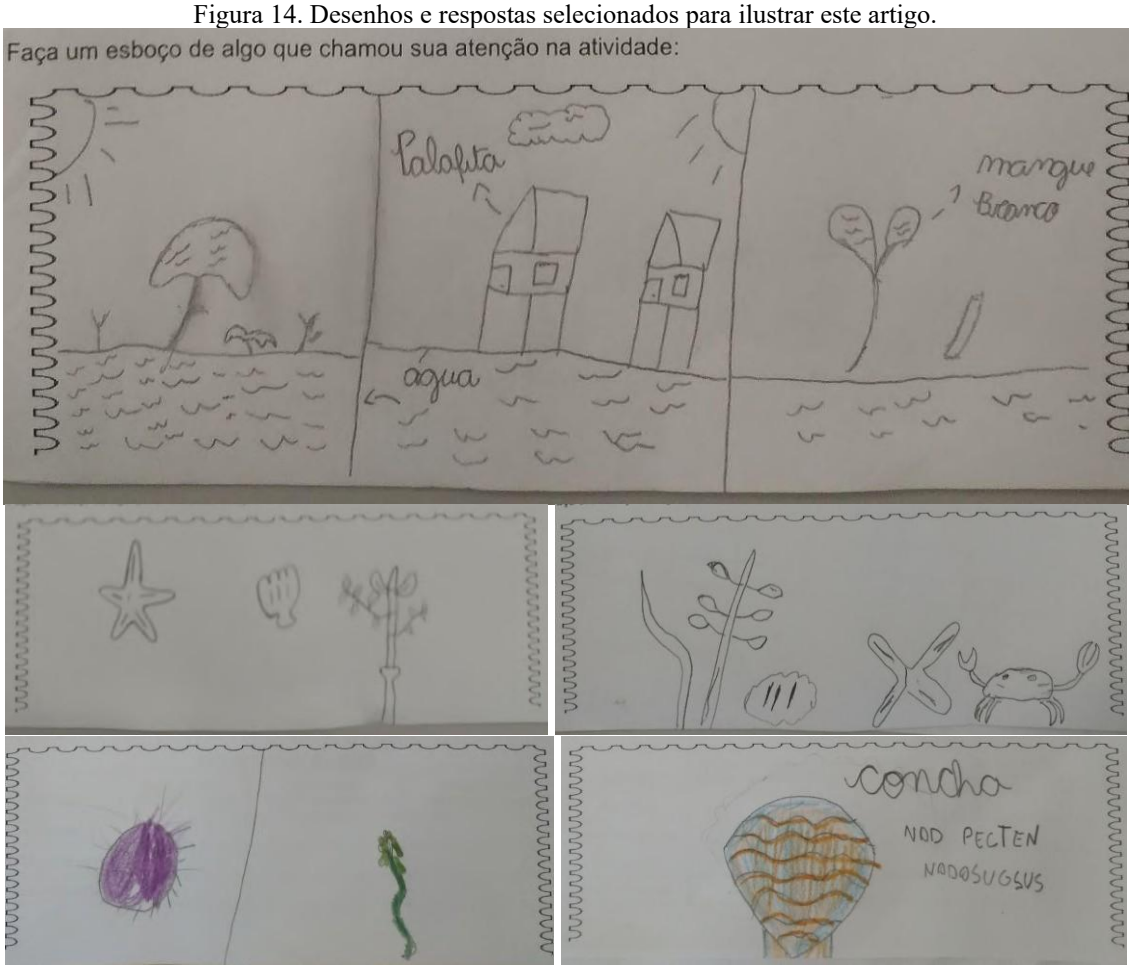
As principais respostas obtidas a essa questão foram: caranguejos, conchas, ostras, cracas. Alguns alunos também responderam “chama-maré”, demonstrando que foram capazes de identificar algumas espécies dentro da maquete após ter contato com as mesmas na exposição e no material de apoio.

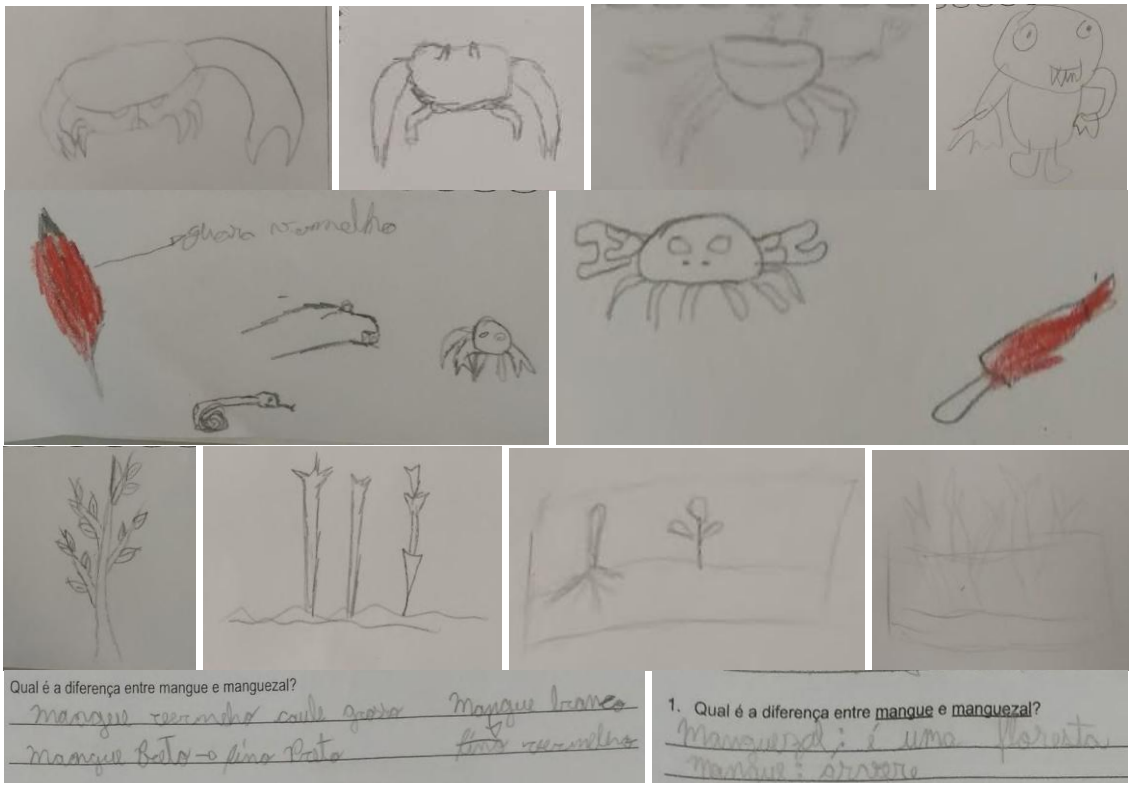
Para a quarta questão, que solicita elencar motivos que justifiquem a proteção dos manguezais, as principais respostas observadas foram: preservação, oxigênio, água, alimentos; os animais, casas dos animais; pelas plantas, pelo oxigênio, pela vida dos animais; para proteger o solo, para proteger das ondas e enchentes, para proteger os guarás-vermelhos; proteger a costa; protege as águas; produz oxigênio, produz água. Algumas respostas foram mais elaboradas, como: “árvores importantes”, “é uma floresta e todas as floresta deve ser [sic] preservadas”, “ele protege os solos, ou seja, devemos proteger ele”, “tem animais que precisão [sic] desse bioma”, “tem animais específicos desse bioma”, “ele produz muitos alimentos”, “elas regulam o clima”, “úteis para o nosso oxigênio”, “proteger as arvores que da oxigenio [sic]”, “garantir a preservação do meio-ambiente”, “diversidade ambiental” e “combate ao aquecimento global”. Algumas das respostas mais significativas foram: “proteger os humanos que vive [sic] ali no lado” e “o mundo já está com problemas”.

Alguns desenhos (Figura 14) foram selecionados para identificar aquilo que mais chamou a atenção dos alunos durante a realização das atividades. Foi possível perceber que os elementos bióticos, em especial os da fauna, são os que mais se destacam nos desenhos dos alunos, seguidos pelos elementos da flora. Outras representações incluíram também o solo e os recipientes dos aquaterrários. Alguns se destacaram por reunir representações de diferentes elementos do ecossistema, e um em específico representou também o componente antrópico, incluindo as palafitas.

Quando a atividade foi alterada para a versão 2 (Figura 11), as habilidades trabalhadas na folha de exercícios passaram a ser quase totalmente focadas em medições, permitindo aos alunos manusear e realizar leituras em réguas, termômetros e béqueres, o que facilitou trabalhar as unidades de medidas (ºC, cm e ml) e os conceitos de temperatura, comprimento e volume (Figura 15). Possibilitou também levantar discussões sobre a importância das árvores para o equilíbrio climático e atrelar o assunto à importância da conservação dos manguezais para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, ao demonstrar que ambientes sombreados por plantas são naturalmente mais frescos do que ambientes mais expostos à luz solar.

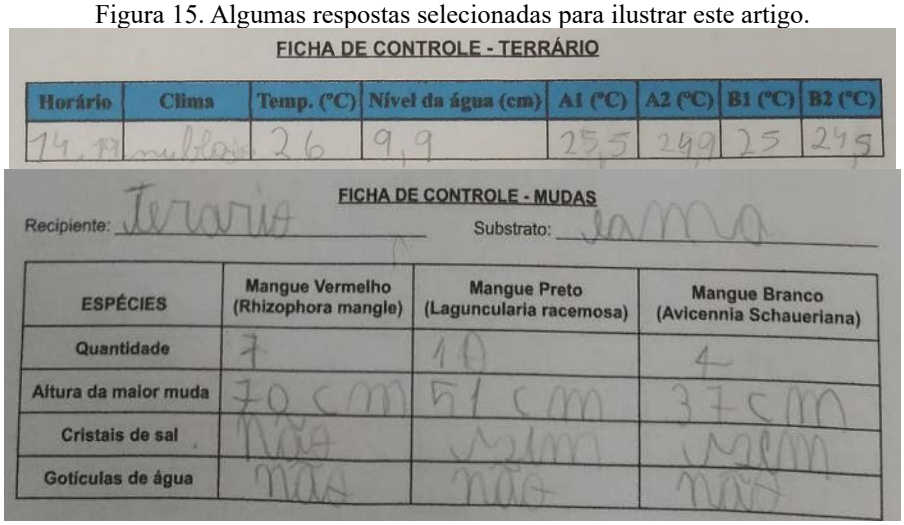
Figura 14. Desenhos e respostas selecionados para ilustrar este artigo.





Fonte: elaborado pelos próprios autores.

Figura 15. Algumas respostas selecionadas para ilustrar este artigo.



FICHA DE CONTROLE - TERRÁRIO

Horário	Clima	Temp. (°C)	Nível da água (cm)	A1 (°C)	A2 (°C)	B1 (°C)	B2 (°C)
14:11	nublado	26	9,9	25,5	24,9	25	24,5

FICHA DE CONTROLE - MUDAS

Recipiente: Terrário Substrato: lama

ESPÉCIES	Mangue Vermelho (Rhizophora mangle)	Mangue Preto (Laguncularia racemosa)	Mangue Branco (Avicennia Schaueriana)
Quantidade	7	10	4
Altura da maior muda	70 cm	51 cm	37 cm
Cristais de sal	não	não	não
Gotículas de água	não	não	não

Fonte: elaborado pelos próprios autores.

5 DISCUSSÃO

O estudo de DA ROSA (2009) identificou diversas falhas metodológicas durante a experiência de montar terrários com turmas de 6º ano, tais como a violação de inúmeros princípios da Teoria Ecológica, e concluiu que utilizar terrários como modelo para facilitar a compreensão da Teoria dos Ecossistemas não seria o melhor recurso para esse fim, por não serem respeitadas escalas e também não se identificarem que tipo de microecossistema se estaria representando. O principal diferencial do presente trabalho foi conceber um tipo de terrário que represente uma miniatura de um ecossistema específico - no caso, o ecossistema manguezal. Para isso, foi necessário desenvolver um paludário, ou

seja, um sistema misto de terrário com aquário, devido à característica ecótona do ecossistema, de transição entre a terra e o mar. Assim, procurou-se respeitar a principal característica da vegetação típica do manguezal que é ser semiaquática, a fim de replicá-lo da maneira mais fidedigna e proporcional possível.

FIGUEIREDO (2021) aponta que os terrários podem e devem ser utilizados na práxis pedagógica no Ensino das Ciências como um modelo de instrumento didático-científico atrelado ao ensino investigativo, através da transposição didática, que proporciona aos alunos uma experiência em primeira pessoa, por possibilitar observações, testagem, construções coletivas de argumentos, hipóteses e conclusões, contribuindo para o entendimento de fenômenos ecológicos a partir da epistemologia da ciência. Já VERONEZ et al. (2009), ao realizar atividades com terrários, enfrentou a dificuldade de inserir no contexto da atividade questões abstratas, ou não tão evidentes, como temperatura e radiação solar; e concluiu que a participação e acompanhamento de monitores e a realização de estudos e experimentos paralelos foram fundamentais para o processo de aprendizagem. Na presente experiência, os alunos tiveram acesso a práticas de manipulação de instrumentos de laboratório, como lupas, réguas, termômetros e béqueres; e foram incentivados, com a orientação dos monitores, a utilizar as habilidades investigativas, como: observar se havia presença de cristais de sal ou gotículas de água nas plantas, identificar e diferenciar as espécies, verificar a presença de animais nos aquaterrários, medir a temperatura do sedimento em comparação com a temperatura externa e perceber a existência de buracos de caranguejos no sedimento, entre outras. Desta forma, a prática do monitoramento estimulou os alunos a exercitar capacidades cognitivas e os sentidos.

Com relação à exposição temática que circunda a maquete viva, a exposição permanente do manguezal no espaço Mundo Livre, criado no Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) (GORAYEB et al., 2002), exibe os elementos vegetais em forma de exsicatas, enquanto os elementos da fauna são preservados, embalsamados, dissecados, envernizados, identificados e organizados em forma de quadro ou em placas de madeiras com sustentáculos laterais, como porta-retratos. Há também um aquário que expõe dois tipos de solo (lodoso e arenoso), com 50cm de comprimento e 20cm de altura e uma divisória de vidro no meio. Já nosso experimento utiliza os propágulos in natura, bem como as próprias mudas em desenvolvimento; e os fatores bióticos associados ao solo evidenciam as interações da flora e da fauna bentônica vivas diretamente com o sedimento. Em nossa exposição, com exceção dos espécimes recebidos de outras exposições (Figuras 7 e 8), usamos carapaças e ecdises de animais que haviam sido encontrados já em decomposição na natureza (Figuras 4, 6 e 10), apenas higienizando e secando ao sol antes de expor.

Para SALGADO & MARANDINO (2014), os idealizadores dos aquários, ao construírem seus espaços expositivos, elaboram narrativas para o ensino e divulgação de conhecimentos sobre ecossistemas marinhos e de seus organismos. Associado aos elementos sensoriais da exposição

temática e à explicação do monitor, o aquaterrário incrementou consideravelmente a atividade do manguezal (NASCIMENTO, SANTOS & FEJES, 2023), sendo que a visualização dos animais na exposição e de seus rastros na maquete viva auxiliou os alunos a fixar o aprendizado sobre a diversidade de vida no ecossistema do manguezal, o que pôde ser constatado através dos desenhos produzidos (Figura 14). Esta pesquisa permitiu também um estreitamento da parceria entre o CAP/CEPEMA e o projeto Manguezal Vivo em atividades externas ao CAP; bem como parcerias com novos projetos, como "Cadê o Passarinho que Estava Aqui?" (A TRIBUNA, 2025). Devido às dimensões reduzidas do experimento, foi possível replicá-lo para integrar palestras e exposições temáticas sobre o manguezal em outros espaços educacionais (Figuras 16 e 17).

Figura 16 - Exposição da maquete viva na SEMATUR/IFSP (Cubatão, maio de 2025).



Fonte: Projeto Manguezal Vivo

Figura 17 - Exposição da maquete viva na oficina "Cadê o Passarinho que Estava Aqui?" realizada na AMEI Vera Lúcia Machado Massis (São Vicente, setembro de 2025).



Fonte: Projeto Cadê o Passarinho que Estava Aqui?

Por fim, a coleta semanal de propágulos foi crucial para a realização desta atividade, propiciando sua divulgação e a inclusão das 3 espécies de mangue no acervo do Viveiro-Escola do CAP/CEPEMA, com mais de 300 mudas cultivadas até o presente momento, que serão destinadas a futuros projetos de reflorestamento.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa revelou que paludários ou aquaterrários podem ser uma importante ferramenta pedagógica e de divulgação científica sobre o ecossistema manguezal, pois possibilitam o contato com seus elementos em um espaço reduzido. A alteração da maquete anterior para uma maquete viva trouxe à tona as propriedades singulares do manguezal de forma concreta e sensível, através da curiosidade despertada pelos estímulos sensoriais causados pela transparência do recipiente. O uso de sedimento natural, além de propiciar um satisfatório desenvolvimento das mudas, permitiu a visualização dos túneis de caranguejos e suas construções peculiares, bem como a identificação de algumas espécies e a observação do seu comportamento através do vidro (Figuras 12 e 13). Sua manutenção em condições similares ao seu habitat natural permitiu demonstrar de forma prática a existência de vida no solo através do conceito de bioturbação. Assim, foi possível constatar que o acréscimo dos elementos reais do manguezal à atividade conseguiu provocar os sentidos e a memória afetiva, trazendo para alguns alunos um primeiro contato e para outros uma reconexão e reaproximação com este ecossistema. A mediação dos monitores incentivou um conhecimento mais aprofundado da flora do manguezal, de seu modo de dispersão singular através de propágulos flutuantes e de suas diversas funções no ecossistema; proporcionando uma ressignificação de conceitos e a compreensão de sua importância para o equilíbrio ecológico. Ao comparar elementos da fisiologia vegetal e realizar medições, os alunos desenvolveram diversas habilidades e competências, como o reconhecimento das espécies e a compreensão de fenômenos climáticos. As respostas nas folhas de exercícios mostraram que, através da realização deste experimento dentro do contexto das atividades investigativas, foi possível levantar questões, formular e testar hipóteses, justificar ações, trabalhar em conjunto e solucionar problemas. Sem dúvida, a metodologia utilizada promoveu a divulgação da importância do ecossistema manguezal e da necessidade de sua preservação, corroborando com a qualidade de vida e do meio ambiente local e regional, favorecendo a educação ambiental e a divulgação científica. Desta forma, foi possível atingir a conscientização do público-alvo com relação ao ecossistema manguezal e sua importância ecológica, desmistificando e difundindo os conceitos de mangue e manguezal e incentivando o exercício de diversas habilidades. A continuidade do monitoramento dos aquaterrários pelos monitores do CAP e pelos próprios visitantes ao longo do tempo permitirá a comparação dos mais diversos dados, além de melhorar a sistematização dessa metodologia de manutenção de outras maquetes vivas em paludários de manguezal para fins didáticos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Projeto Manguezal Vivo, ao Centro Aprendiz de Pesquisador (CAP) do Centro de Capacitação e Pesquisa em Meio Ambiente (CEPEMA/POLI-USP), à Secretaria de Meio Ambiente,

Segurança Climática e Bem-Estar Ambiental (SEMAM), à Secretaria Municipal de Educação (SEDUC) e ao Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) de Cubatão, pelo apoio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1988.

COSTA, Silvia Adriana Leandro Gomes Da; SOUZA, Derick Eleno Correia De; SANTOS, Vanessa Álvares Dos; FEJES, Marcela Elena. Professores realizam formação continuada em espaço não-formal junto aos alunos para desenvolver habilidades científicas no ensino fundamental. E-book VII CONEDU (Conedu em Casa) - Vol 03... Campina Grande: Realize Editora, 2021. p. 1642-1658.

CRUZ, Alex Sandro; SILVA, Jessica Araujo; ALBA, Giovanna & FEJES, Marcela. O PROJETO CULTIVAR INTEGRA A PESQUISA CIENTÍFICA COM A COMUNIDADE. Anais do II Seminário Hispano Brasileiro - CTS, p. 329-338, 2012.

DA ROSA, Rosane Teresinha Nascimento. Terrários no ensino de ecossistemas terrestres e teoria ecológica. R. B. E. C. T., vol 2, núm 1, jan./abr. 2009.

FIGUEIREDO, Aline Oliveira. Terrário como modelo científico investigativo no ensino de ecologia. São Paulo: [s.n.], 2021.

GORAYEB, A.; MELO, M. A.; LIMA, C. M.; MENDES, G. L.; PONTES, E. S.; SILVA, E. V. Mundo Livre: Museu do Manguezal e espaço para exposição de trabalhos científicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 1., 2002, João Pessoa. Anais... João Pessoa: UFPB, 2002.

ICMBIO. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.

KITAGAMI, Beatriz et al. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PROPÁGULOS E PLÂNTULAS DE ESPÉCIES DE MANGUE EM DIFERENTES SEDIMENTOS. Holos Environment (2023), 23 (1): 72-86.

NASCIMENTO, Nicholy Virginia Pereira do; SANTOS, Vanessa Alvares dos, FEJES, Marcela Elena. Curiosidades investigativas olhando para o meio ambiente costeiro de transição: o manguezal. Anais IX CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2023.

PINHEIRO, M.A.A.; MASUNARI, S.; BEZERRA, L.E.A.; SANTANA, W. & PIMENTA, C.E.R.. Avaliação dos Caranguejos Chama-maré (Decapoda: Ocypodidae). Cap. 19: p. 233-251. In: Pinheiro, M. & Boos, H. (Org.). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC, 466 p., 2016.

SALGADO, Maurício de Mattos; MARANDINO, Martha. O mar no museu: um olhar sobre a educação nos aquários. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.21, n.3, jul.-set. 2014. p.867-882.

SANTOS, Jéssica de Andrade; TOSCHI, Mirza Seabra. Vertentes da Educação Ambiental: da conservacionista à critica. Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v.4, n.2 (Ed. Especial), jul.-dez. 2015, p. 241-250.

SECOM Cubatão. Comissão Agenda 2030 inicia banco de projetos ligados aos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU. Prefeitura de Cubatão, 23 fev. 2024. Acesso em: 02/09/2024. Disponível em: https://www.cubatao.sp.gov.br/reuniao-da-comissao-agenda-2030-inicia-a-ideia-de-banc o-de-projetos-ligados-aos-ods-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/

SILVA, Lucas Monteiro de Carvalho; FEJES, Marcela Elena; PERPETUO, Elen Aquino. DESENVOLVENDO HABILIDADES INVESTIGATIVAS ABORDANDO A TEMÁTICA DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS COSTEIRAS. ARACÊ, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 10375–10389, 2025.

SOUZA, C.A.; DUARTE, L.F.A.; JOÃO, M.C.A. & PINHEIRO, M.A.A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. In: Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 2018.

TRIBUNA, Jornal A. Projeto de escola de São Vicente transforma resíduos em arte: Alunos tiveram um dia inteiro de aprendizado e criatividade. [Vídeo]. Globoplay, 25 de setembro de 2025. Disponível em: https://globoplay.globo.com/v/13961341/ Acesso em: 16 de dez. 2025.

VERONEZ et al. A utilização do terrário para conscientização ambiental de estudantes do ensino básico. R. B. E. C. T., vol 2, núm 3, set./dez. 2009.

VILLAS-BOAS, Dinabel Alves Cirne. Uma Experiência em Educação Ambiental: Re-Desenhando o Espaço e as Relações Escolares. João Pessoa/PB, 2002.

XAVIER, Jhonatan Luan de Almeida; PERIN, Lucélia & GONÇALVES, Carolina Brandão. (2023). DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS EM SUSTENTABILIDADE. Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências. 20. 10.59666/Arete.1984-7505.v20.n34.3745.

YOKOYA, N. S. Distribuição e origem. In: Yara Schaeffer-Novelli (Ed.). Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean ecological research, 1995, p. 9- 12.