



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Paraíba

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA  
CAMPUS PRINCESA ISABEL  
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**AMANDA CRISPIM MORAIS**

**PRODUÇÃO DE MODELOS 3D DE MACROINVERTEBRADOS  
BENTÔNICOS PARA ATIVIDADES DE EXTENSÃO E ENSINO**

PRINCESA ISABEL-PB

2024

**AMANDA CRISPIM MORAIS**

**PRODUÇÃO DE MODELOS 3D DE MACROINVERTEBRADOS  
BENTÔNICOS PARA ATIVIDADES DE EXTENSÃO E ENSINO**

Trabalho de Conclusão de Curso, modelo artigo científico, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Princesa Isabel, como requisito necessário para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dr. Evaldo de Lira Azevêdo.

PRINCESA ISABEL - PB

2024

IFPB - Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Agnaldo Oliveira -988

M827p	<p>Morais, Amanda Crispim. Produção de modelos 3D de macroinvertebrados bentônicos para atividades de extensão e ensino/ Amanda Crispim Moraes. – 2024. 49 f : il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Superior em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2024.</p> <p>Orientador(a): Prof. Dr. Evaldo de Lira Azevêdo.</p> <p>1. Ciências Biológicas. 2. Ecossistemas aquáticos. 3. Qualidade ambiental. 4. Macroinvertebrados. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.</p>
IFPB/PI	CDU 574

## TERMO DE APROVAÇÃO


AMANDA CRISPIM MORAIS

### PRODUÇÃO DE MODELOS 3D DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS PARA ATIVIDADES DE EXTENSÃO E ENSINO

Trabalho de Conclusão do Curso, modelo artigo científico, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, campus Princesa Isabel, como requisito necessário para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas e aprovado pela banca examinadora.

Aprovado em: 17/09/2024.


#### BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 **IVALDO DE LIRA AZEVEDO**  
Data: 08/11/2024 12:20:52-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Evaldo de Lira Azevêdo (Orientador)


Instituto Federal da Paraíba - IFPB

Documento assinado digitalmente  
 **DIVANIELLA DE OLIVEIRA LACERDA**  
Data: 31/10/2024 17:36:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profª. Ma. Divaniella de Oliveira Lacerda

Instituto Federal da Paraíba - IFPB

Documento assinado digitalmente  
 **THIAGO LEITE DE MELO RUFFO**  
Data: 31/10/2024 18:04:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Thiago Leite Melo Ruffo

Instituto Federal da Paraíba - IFPB

## DEDICATÓRIA

À minha mãe de coração e alma Sônia Maria, que me ensinou o que é o amor. À minha irmã Silvia Raphaele e meu cunhado Artur Lourenço, por serem meus incentivadores na busca pelo conhecimento. Ao meu pai Roberto Chaves, por todo apoio. Aos meus pais biológicos, José Carlos e Marlene Crispim (*in memoriam*), pelo que simbolizam em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a dádiva da vida e por ser meu abrigo durante toda jornada acadêmica, a minha família pelo incentivo, carinho, confiança e suporte durante todo o processo. Ao meu orientador, Prof. Dr. Evaldo Azevêdo por todos os ensinamentos, conselhos e por ter me apresentado os macroinvertebrados.

À professora Ma. Thais de Freitas, pelas ideias que incentivaram esse trabalho. Ao professor Dr. Ivan Jeferson, por todo apoio durante as aulas de TCC. Ao prof. Me. Rinaldo Rodopiano pelo auxílio na produção dos materiais didáticos em 3D, aos professores Dr. Thiago Ruffo e Ma. Divaniella Lacerda por aceitarem fazer parte da banca e apontar melhorias ao trabalho.

Ao Instituto Federal da Paraíba *Campus* Princesa Isabel-PB, por dispor de todo suporte necessário para minha formação e proporcionar grandes experiências acadêmicas e a todos os professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, por ensinarem com maestria.

Aos meus colegas de licenciatura, em especial Maria Vitória Leite e Ricleide Gomes, que tornaram a jornada acadêmica mais leve, e aos meus amigos de infância que mesmo distantes, nunca deixaram de estar ao meu lado.

## RESUMO

A água é essencial para a vida animal e vegetal, apresentando diversos organismos que atuam como bioindicadores de sua qualidade, sendo utilizados no biomonitoramento. Nesse sentido, é necessário que ocorra sensibilização da população para manutenção da qualidade da água, o que pode ser realizado por meio dos organismos bioindicadores. Nesse contexto, este trabalho objetivou produzir modelos em 3D, a partir de organismos de macroinvertebrados bentônicos para serem utilizados em atividades de ensino e extensão. Antes da produção dos modelos, foi realizada a seleção dos organismos que seriam representados nos protótipos. Posteriormente, foi feita a modelagem para obtenção dos *designs* e impressão. Ainda foram elaboradas sequências didáticas para orientar na utilização dos modelos 3D. A partir da seleção dos organismos, foram produzidos os modelos 3D das ordens Coleoptera, Plecoptera e Ephemeroptera (Insecta) e da classe Gastropoda (Mollusca) e Oligochaeta (Annelida). As sequências didáticas elaboradas para ações de ensino e extensão, as quais abordam os macroinvertebrados como bioindicadores em ecossistemas aquáticos, uma sequência foi elaborada para ser aplicada em sala de aula, a qual aborda a qualidade da água e o uso dos indicadores biológicos em ecossistemas aquáticos. A segunda sequência foi elaborada para ser aplicada em campo e laboratório; a terceira, foi voltada para ações de ensino sobre macroinvertebrados bentônicos: como esses organismos são capazes de indicar impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, que podem ser aplicadas em diferentes ambientes educativos. Espera-se que a utilização dos modelos 3D e sequências didáticas, proporcionem a inserção de novas metodologias, experiências práticas e interativas aos estudantes e ao público em geral, bem como que contribuam no processo de ensino-aprendizagem e na sensibilização, sobre a relevância e atuação dos macroinvertebrados como bioindicadores nos ecossistemas aquáticos, proporcionando maior conservação destes.

**Palavras-chave:** Ecossistemas aquáticos; bioindicadores; modelos tridimensionais; sequências didáticas; qualidade ambiental.

## ABSTRACT

Water is essential for both animal and plant life, featuring various organisms that act as bioindicators of its quality, which are utilized in biomonitoring. In this regard, it is necessary to raise public awareness about maintaining water quality, which can be achieved through the use of bioindicator organisms. In this context, this work aimed to create 3D models based on benthic macroinvertebrate organisms to be used in teaching and outreach activities. Before producing the models, a selection of the organisms to be represented in the prototypes was conducted. Subsequently, modeling was performed to obtain the designs and facilitate printing. Educational sequences were also developed to guide the use of the 3D models. From the selection of organisms, 3D models were produced for the orders Coleoptera, Plecoptera, and Ephemeroptera (Insecta), as well as for the class Gastropoda (Mollusca) and Oligochaeta (Annelida). The educational sequences created for teaching and outreach activities address macroinvertebrates as bioindicators in aquatic ecosystems. One sequence is designed for application in the classroom, focusing on water quality and the use of biological indicators in aquatic ecosystems. Another is intended for field and laboratory application. A third sequence focuses on teaching about benthic macroinvertebrates and how these organisms can indicate environmental impacts in aquatic ecosystems, making it applicable in various educational settings. It is expected that the use of the 3D models and educational sequences will introduce new methodologies and provide practical, interactive experiences for students and the general public, as well as contribute to the teaching-learning process and raise awareness about the importance of macroinvertebrates as bioindicators in aquatic ecosystems, ultimately promoting their conservation.

**Keywords:** Aquatic ecosystems; bioindicators; three-dimensional models; instructional sequences; environmental quality.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Seleção dos grupos dos macroinvertebrados.....	13
2.2 <i>Designs</i> dos macroinvertebrados.....	13
2.3 Processo de impressão dos modelos.....	14
2.4 Produção de sequências didáticas.....	14
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
3.1 Elaboração dos modelos 3D de macroinvertebrados bentônicos.....	16
3.2 Sequências didáticas para desenvolvimento de ações de ensino e extensão a partir da comunidade de macroinvertebrados bentônicos.....	26
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é o recurso indispensável para a vida animal e vegetal, de tal maneira que o sexto objetivo de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas, prevê garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos (ONU, 2015). Nesse cenário, a sociedade em geral necessita ser sensibilizada em relação a manutenção da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos. Uma das maneiras de alcançar este propósito é por meio da divulgação das informações científicas de forma compreensível e até mesmo lúdica envolvendo dinâmicas e atividades com metodologias que contribuam para facilitar a aprendizagem, por intermédio das instituições de pesquisa, podendo ser feito mediante das atividades de extensão e ensino voltadas para a Educação Ambiental, tendo como público-alvo, sobretudo, as novas gerações.

A ONU (Organização das Nações Unidas) visa assegurar a disponibilidade da água potável de modo equitativo, tendo em vista que mesmo que 70% da Terra seja coberta por água, menos de 1% é apropriada e disponível para consumo, podendo ser encontrada em lagos, rios e águas subterrâneas, mas em muitas regiões do mundo, a água desses reservatórios não é suficiente para atender às necessidades das suas comunidades humanas, tendo esse problema agravado pela má distribuição desse recurso (World Wildlife Fund Brasil - WWF, 2016). Desse modo, é essencial que os conhecimentos acadêmicos construídos sobre os ecossistemas e comunidades aquáticas sejam reconhecidos pela população, para que ocorra a sensibilização para conservação e uso sustentável desse valioso recurso.

A propagação de estudos científicos pode ocorrer de diversas formas, a partir de projetos, artigos científicos, livros, mídias sociais, comunicação entre universidades e projetos de extensão. Entre esses diferentes meios, os projetos de extensão se destacam por aproximar as instituições acadêmicas da comunidade externa, o que por muitas vezes propicia o estabelecimento de um vínculo de confiança, ampliando a visão da população para as fragilidades e problemáticas locais, impulsionando a construção de múltiplos saberes (Farias; Carvalho; Vieira, 2016). Nesse contexto, são estratégias acadêmicas essenciais, o desenvolvimento de projetos de extensão e ações educativas em escolas locais, beneficiando a divulgação científica e sensibilizando a população sobre a importância da conservação dos ecossistemas aquáticos.

A conservação dos ecossistemas aquáticos contribui para a proteção da biodiversidade animal e vegetal, para economia de comunidades que extraem recursos desses ecossistemas e dependem desses recursos para as necessidades do dia a dia, sendo fundamental para a sustentabilidade do planeta (Rodrigues, et al. 2016). Desse modo, torna-se essencial o monitoramento dos ecossistemas aquáticos.

Entre os indicadores da qualidade ambiental e qualidade de água, encontram-se variáveis físicas (Ex.: condutividade, transparência da água, temperatura) e químicas (Ex.: concentrações de oxigênio, nitrogênio, fósforo); ainda organismos bioindicadores vem sendo bastante utilizados, chamando a atenção de pesquisadores, e por vezes, da população (Ministério da Saúde - MS, 2006).

Os indicadores biológicos em ecossistemas aquáticos são microrganismos ou organismos ou comunidades que a partir da sua abundância e diversidade, além de outras métricas, indicam o impacto de ações antrópicas e desastres naturais (Callisto, Gonçalves, Moreno 2002; Leite, *et al.*, 2016). Entre esses bioindicadores, estão: o fitoplâncton, organismos microscópicos fotosintetizantes; o zooplâncton, seres microscópicos heterotróficos; os peixes; as macrófitas aquáticas e os macroinvertebrados bentônicos, os quais além de estarem presentes na alimentação dos peixes, possuem grande importância na ciclagem de nutrientes (Wallace, Webster, 1996, Azevêdo et al., 2020). Estes últimos são representados por animais que fazem parte dos filos Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, entre outros (França, Callisto, 2007).

Os macroinvertebrados bentônicos vivem no sedimento dos ecossistemas aquáticos, apresentando tamanho igual ou maior que 0,5mm, possuem variados meios de vida, podendo habitar em riachos, rios e lagos (Pérez, 1996, Silveira et al., 2004, Leite, *et al.*, 2016). Nessa perspectiva, a referida comunidade pode atuar como elemento para a sensibilização para conservação de ecossistema aquáticos.

Nesse contexto, a produção de modelos 3D de macroinvertebrados bentônicos surge como uma alternativa para realização de ações de extensão e Educação Ambiental, uma vez que mesmo sendo visíveis a olho nu, muitos apresentam tamanho diminuto e algumas estruturas são de difícil visualização. Assim, a utilização desses modelos pode funcionar como atrativo para o público, especialmente estudantes do ensino básico.

O processo de impressão 3D é uma ferramenta inovadora para educação, a qual consiste em imprimir materiais ou objetos de modo tridimensional, os quais já foram previamente desenhados a partir de um *software* específico (Porto, 2016). A utilização de materiais 3D, atua como mecanismo atrativo e possibilita a reflexão e aproximação do conteúdo a ser estudado, tornando o processo de aprendizagem mais interessante e dinâmico (Neto, Loubet, Albuquerque, 2021).

Desse modo, o presente trabalho teve o objetivo de produzir modelos didáticos em 3D de macroinvertebrados bentônicos para serem utilizados em atividades de extensão e ensino, como também identificar os macroinvertebrados bentônicos com alto potencial de bioindicadores a partir do banco de dados do Laboratório de Ecologia e Botânica (IFPB, Campus Princesa Isabel), produzir modelos de macroinvertebrados 3D e elaborar sequências didáticas para orientar a utilização dos modelos durante as ações e ensino e extensão.

## 2 METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido no *Campus* do IFPB de Princesa Isabel-PB, BR-426 - Zona Rural, no Laboratório de Botânica e Ecologia com auxílio do Núcleo de Extensão do CACTUS (Centro de Assessoria Comunitária a Tecnologias de Utilidades Sociais).

O laboratório de Botânica e Ecologia dispõe de chaves de identificação de macroinvertebrados, microscópios, estereomicroscópio de luz, amostras de macroinvertebrados, entre outras ferramentas que auxiliam nos estudos e pesquisas. Enquanto o CACTUS, que desenvolve projetos voltados para o desenvolvimento de tecnologias que venham a contribuir para a comunidade local. O referido núcleo dispõe de computadores, impressora 3D, filamentos e materiais de suporte.

### 2.1. Seleção dos grupos de macroinvertebrados

Inicialmente foi realizado um levantamento de dados a partir de artigos científicos e das amostras disponíveis dos macroinvertebrados que foram coletados a partir de projetos de pesquisa desenvolvidos no Laboratório de Botânica e Ecologia: Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores da Qualidade Ambiental de Dois Reservatórios em Princesa Isabel – PB (2022 e 2023); Qual a Diversidade e Relação Com a Qualidade Ambiental de Gêneros de Chironomidae (Isecta Diptera) em Reservatórios? (2023).

### 2.2 *Designs* dos macroinvertebrados

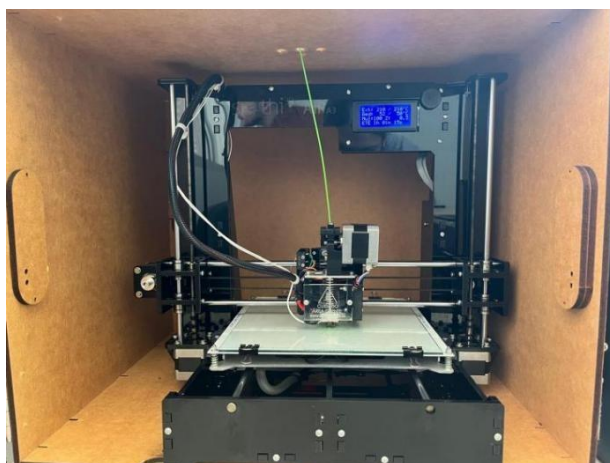
Após a seleção dos grupos de macroinvertebrados e determinação das imagens foi realizado o processo de criação dos *designers* dos organismos, utilizando modelos já disponíveis em artigos ou *sites* que ofertavam modelos desenvolvidos por meio de *software* de modelagem 3D (*Tinkercad*, *Revit* ou *3D Builder*).

### 2.3 Processo de impressão dos modelos

Foi realizada a preparação da impressora (Sethi3D - Figura 1) e computador contendo os arquivos dos *designs* que estavam no formato STL - *Standard Triangle*

*Language* (Linguagem Triângulo Padrão), que são passados para o *software Repetier Host*, no qual são feitos os ajustes necessários de tamanho, proporções e escolha do fatiador, *software* o qual é responsável por converter os modelos digitais 3D em códigos G, que são as linhas sequenciais de instruções, o que irá comandar os movimentos dos eixos da extrusora (bico) e da mesa da impressora durante a impressão (Sethi3D, 2019). Os fatiadores os quais estão presentes no *Repetier Host* são: *CuraEngine*, *Slic3r* e *Slic3r Prusa Edition*, que a partir da escolha de um deles, será estipulado o tempo da impressão, que pode demorar minutos ou horas, o que pode variar em relação a complexidade da peça, podendo assim iniciar a impressão. Durante esta etapa é acompanhada a comunicação entre o computador e a impressora 3D, o que possibilita alteração de informações, caso seja necessário (Aguiar, 2016; Impressão Gerenciada, 2020).

Figura 1 - Impressora Sethi3D



Fonte: Autores, 2024.

## 2.4 Produção de Sequências Didáticas

A elaboração das sequências didáticas envolveu a estruturação de tópicos para orientação de utilização dos modelos 3D em ações de ensino e extensão. Com isso, as sequências didáticas foram constituídas dos seguintes tópicos: tema, tempo estipulado, disciplina ou área temática, conteúdos trabalhados, objetivos de aprendizagem, materiais necessários, roteiro e planejamento de como utilizar os materiais 3D, bem como métodos avaliativos e referências. As sequências didáticas produzidas incluíram

três modelos: a primeira para sala de aula, a segunda para aula de campo e laboratório, enquanto a terceira indicada para ações de extensão em ambientes educacionais.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – Elaboração dos modelos 3D de macroinvertebrados bentônicos

Ao analisar o banco de dados e artigos científicos sobre macroinvertebrados bentônicos, em busca de encontrar imagens e informações sobre os macroinvertebrados bentônicos, com capacidade de bioindicadores mais relevantes para a qualidade da água. Os organismos escolhidos para serem representados em modelos 3D foram: das ordens Coleoptera, Plecoptera, Ephemeroptera (Insecta) e da classe Gastropoda (Mollusca) e subclasse Oligochaeta (Annelida). Esses organismos foram escolhidos por serem encontrados em maior abundância no banco de dados do Laboratório Botânica e Ecologia, por possuírem características morfológicas expressivas e por estarem associados a diferentes níveis de degradação da qualidade ambiental. Os organismos Plecoptera, Ephemeroptera são organismos sensíveis ou intolerantes a níveis de poluição e alterações ambientais, enquanto os Coleoptera, Gastropoda e Oligochaeta são resistentes e tolerantes a níveis de poluição e alterações ambientais (França; Callisto, 2019).

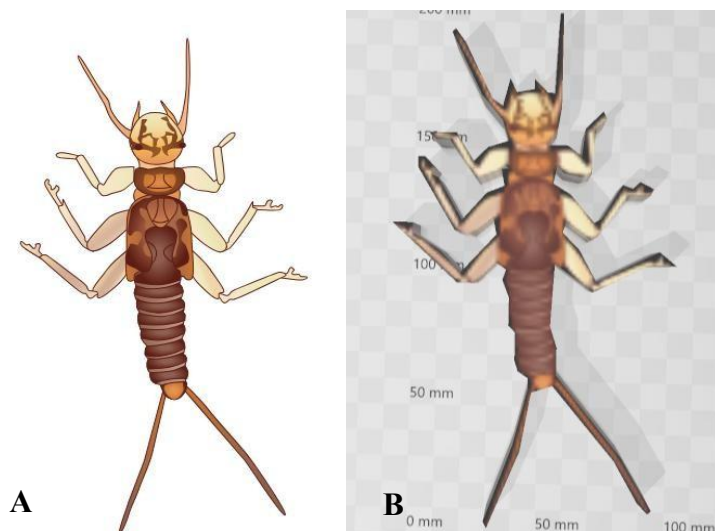
Após a seleção dos organismos a serem representados, foi iniciado a etapa de modelagem 3D. Nesta etapa surgiu a dificuldade ao transferir os arquivos para o *software* de modelagem 3D escolhido inicialmente, o *Tinkercad*, pois as imagens dos organismos presentes no Laboratório de Botânica e Ecologia foram capturadas com uma câmera no formato *Joint Photographic Experts Group* - JPEGs, (Grupo Conjunto de Especialistas em Fotografia), enquanto o site aceitava arquivos apenas em *Scalable Vector Graphics* - SVG (Gráficos Vetoriais Escaláveis), pois esses arquivos armazenam as imagens por meio de fórmulas matemáticas que são baseadas em pontos e linhas em uma grade, o que facilita a ser redimensionados sem perder a qualidade (Adobe, 2024).

Com essa dificuldade, foram feitas pesquisas e análises em artigos de França et al. (2019) e Castro et al. (2019) no intuito de encontrar imagens que pudessem ser aplicadas ao *Tinkercad*, mas não foi obtido sucesso nesta pesquisa pelas imagens em SVG, com isso foi decidido alterar a ferramenta *Tinkercad* para a *3D Builder* disponibilizada pela *Microsoft* que aceita imagens em diversos formatos o que facilitou na modelagem dos dois primeiros *designs* dos organismos Plecoptera (Figura 2) e Oligochaeta (Figura 3).



A imagem do organismo Plecoptera para ser modelado no *3D Builder*, foi retirado do site *Vecta.io Early Access* (Vecta.io Acesso antecipado), o qual disponibiliza imagens de animais, plantas e ecossistemas em diversos formatos para modelagem 3D (Vecta.io, 2024), o formato selecionado para modelagem foi o *Portable Network Graphic PNG* (Gráficos portáteis de rede) imagens rasterizados, a qual é de fácil compartilhamento nas mídias digitais (Adobe, 2024). A imagem do organismo Oligochaeta, foi retirada do trabalho Guia prático para estudos de macroinvertebrados aquáticos da região de Guarapuava-PR, com autoria de Moser, Kataoka, Afonso (2020) também no formato PNG.

Figura 2 – Figuras selecionadas para produção de modelo 3D de organismo representante da ordem Plecoptera. A- Figura em formato PNG, B – Figura pronta para modelagem 3D.



Fontes: Figura A - vecta.io (2024). Figura B - Autores, 2024.

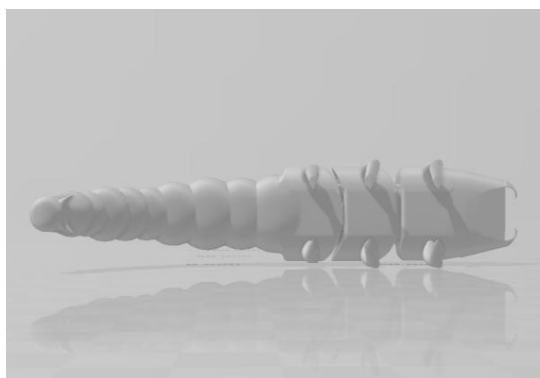
Figura 3 – Figuras selecionadas para produção de modelo 3D de organismo representante da classe Oligochaeta. A- Figura em formato PNG, B – Figura pronta para modelagem 3D.



Fontes: Figura A - Moser; Kataoka; Afonso; (2020) Figura B - Autores, 2024.

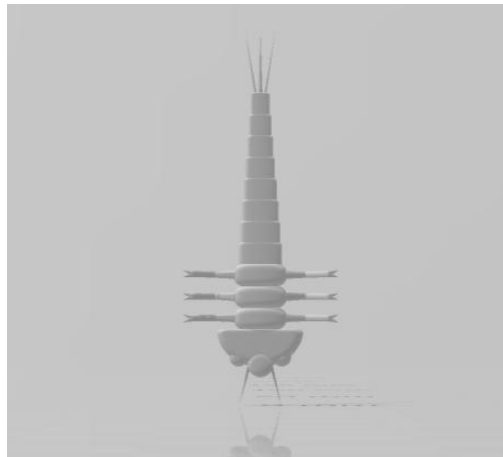
Durante as pesquisas foi encontrado o site *UltiMaker Thingiverse*, uma comunidade digital que disponibiliza de *designs* de modelos 3D, das mais diversas áreas de atuação da educação e entretenimento (*UltiMaker Thingiverse*, 2020). Nesta plataforma o *Stroud Water Research Center* (Centro de Pesquisa de água *Stroud*), equipe que desde 1967 trabalha e estuda com sistemas de água doce, disponibilizou *designs* de bioindicadores, entre eles modelos de macroinvertebrados bentônicos (*Stroud Water Research Center*, 2020). Desse site foram extraídos os *designs* dos organismos Coleoptera (Figura 4), Ephemeroptera (Figura 5) e Gastropoda (Figura 6).

Figura 4 – Figura da modelagem 3D da Larva de Coleoptera.



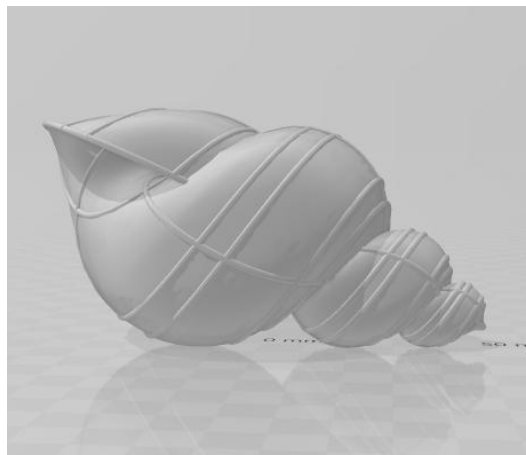
Fonte: Stroud Water Research Center ( *UltiMaker Thingiverse*, 2020).

Figura 5 – Figura da modelagem 3D da Ninfa de Ephemeroptera.



Fonte: Stroud Water Research Center (*UltiMaker Thingiverse*, 2020).

Figura 6 - Figura da modelagem 3D do Organismo Gastropoda.



Fonte: Stroud Water ResearchCenter (*UltiMaker Thingiverse*, 2020).

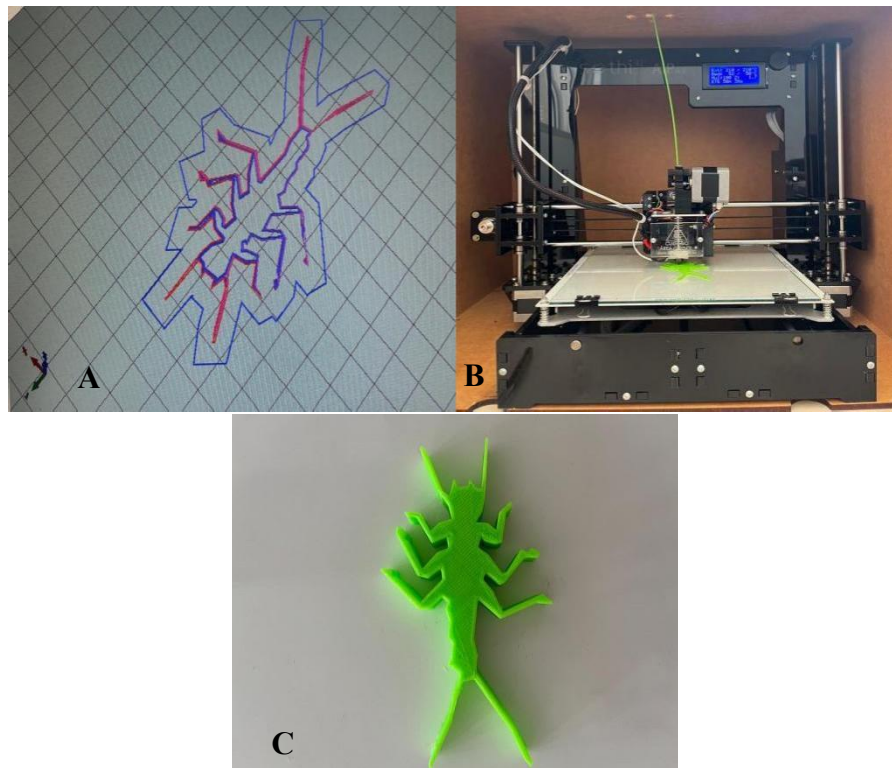
Com as modelagens definidas, foi iniciado o processo de impressão dos modelos 3D, no qual o filamento utilizado foi o PLA (ácido poliláctico) um termoplástico biodegradável bastante utilizado para impressões em 3D (3D LAB - Soluções em impressões 3D, 2022). A utilização de modelos 3D ou realidade aumentada tem se tornado cada vez mais relevante e presente na educação, pois proporciona aos estudantes uma experiência mais interativa e envolvente com o objeto de estudo, devido possibilitar uma visualização mais realista de conceitos considerados complexos, como

também oportuniza a inclusão e acessibilidade aos estudantes com deficiência visual ao fornecer materiais didáticos de exploração tátil (Oliveira, Victor, 2023).

O processo de impressão dos modelos ocorreu na sala do Núcleo de Extensão do CACTUS, por meio da impressora Sethi3D. Antes de iniciar as impressões, é necessário: verificar se a mesa (base da impressora) chegou a temperatura de 50 °C, e a extrusora (bico da impressora) responsável por empurrar e depositar o filamento, chegou a temperatura de 210 °C. Em seguida, é feita a preparação da mesa, aplicando cola bastão (Scotch) apropriada para este processo, para que o modelo fique fixo à mesa durante toda a impressão, como também verificar se o bico da extrusora está sem resíduos de filamentos de outras impressões o que pode dificultar a impressão e até mesmo danificar a impressora.

Todos os modelos foram impressos a partir do fatiador *Cura Engine* por apresentar ser o mais adequado para as impressões, devido não ser necessário fazer grandes mudanças aos *designs*. O primeiro modelo impresso foi o organismo da ordem Plecoptera (Figura 7), o qual não precisou passar por alterações ao ser aplicado ao fatiador, por possuir um designer claro e com tamanho de 10 centímetros estabelecido, o tempo de impressão foi de uma hora e dez minutos de duração.

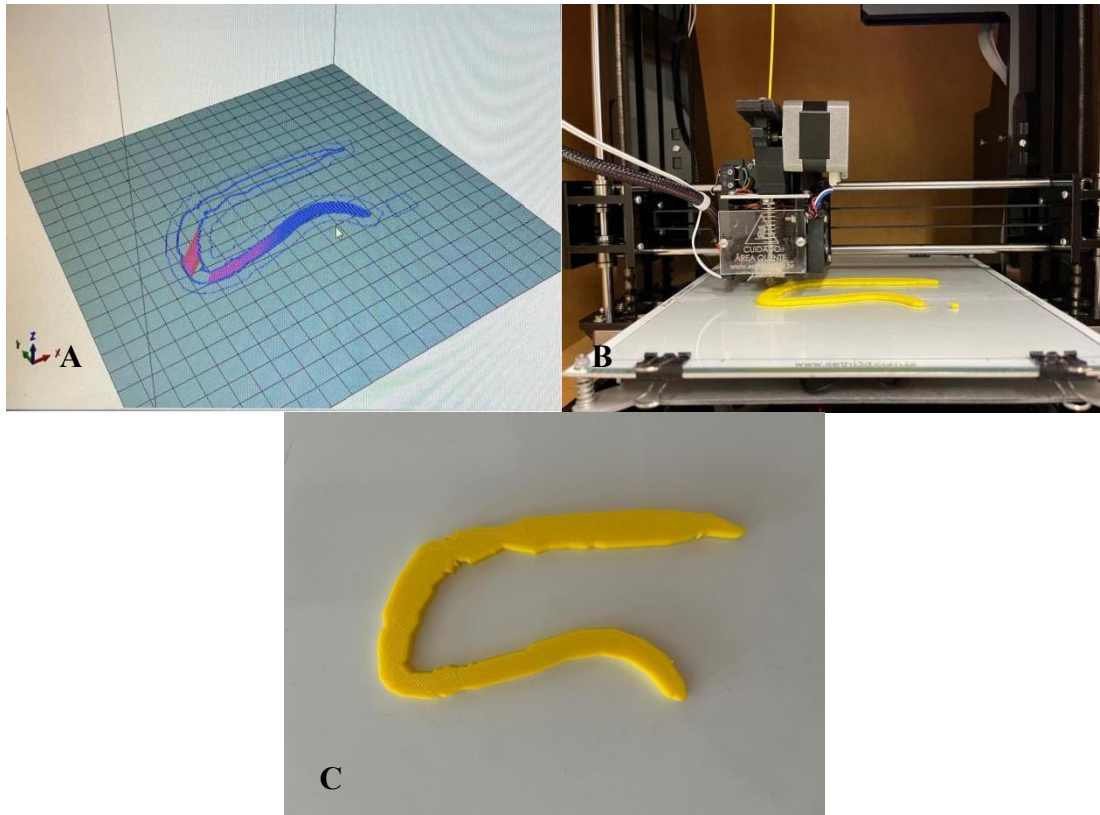
Figura 7 - Figuras do processo de impressão do organismo da ordem Plecoptera. A - Representação e delimitação dos movimentos extrusora e mesa, B - Modelo sendo produzido, C - Modelo finalizado.



Fonte: Autores, 2024.

O segundo modelo produzido foi do organismo da classe Oligochaeta (Figura 8), por possuir 13 centímetros, mas não ter complexidade de estruturas a peça foi impressa em quarenta e cinco minutos.

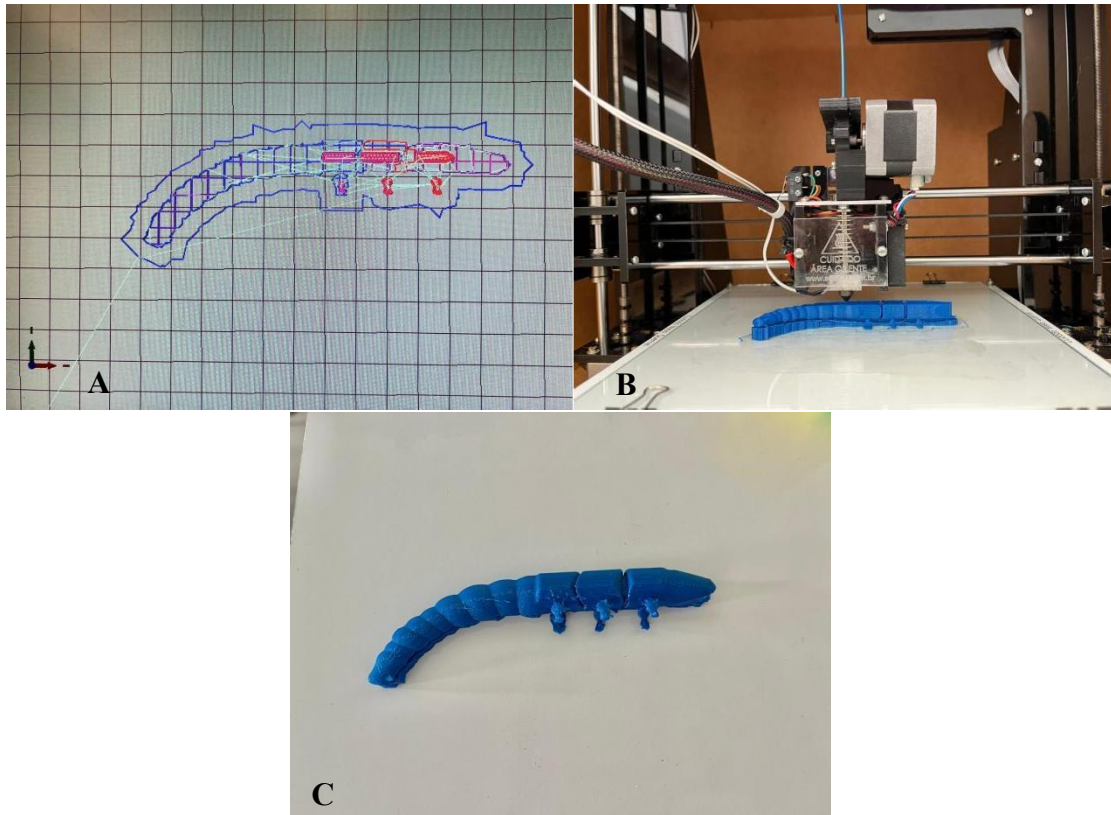
Figura 8 - Figuras do processo de impressão do organismo da classe Oligochaeta. A - Representação e delimitação dos movimentos extrusora e mesa, B - Modelo sendo produzido, C - Modelo finalizado.



Fonte: Autores, 2024.

O modelo seguinte foi o da larva de Coleoptera (Figura 9), que ao ser aplicado o fatiador *Cura Engine*, tornou-se necessário inserir o suporte para que o *design* tocasse a base, e assim o modelo ser impresso adequadamente, o qual, por possuir 13 centímetros e algumas estruturas mais complexas teve duração de uma hora e vinte minutos a impressão.

Figura 9 - Figuras do processo de impressão do organismo da ordem Coleoptera em fase larval. A - Representação e delimitação dos movimentos extrusora e mesa, B - Modelo sendo produzido, C - Modelo finalizado.

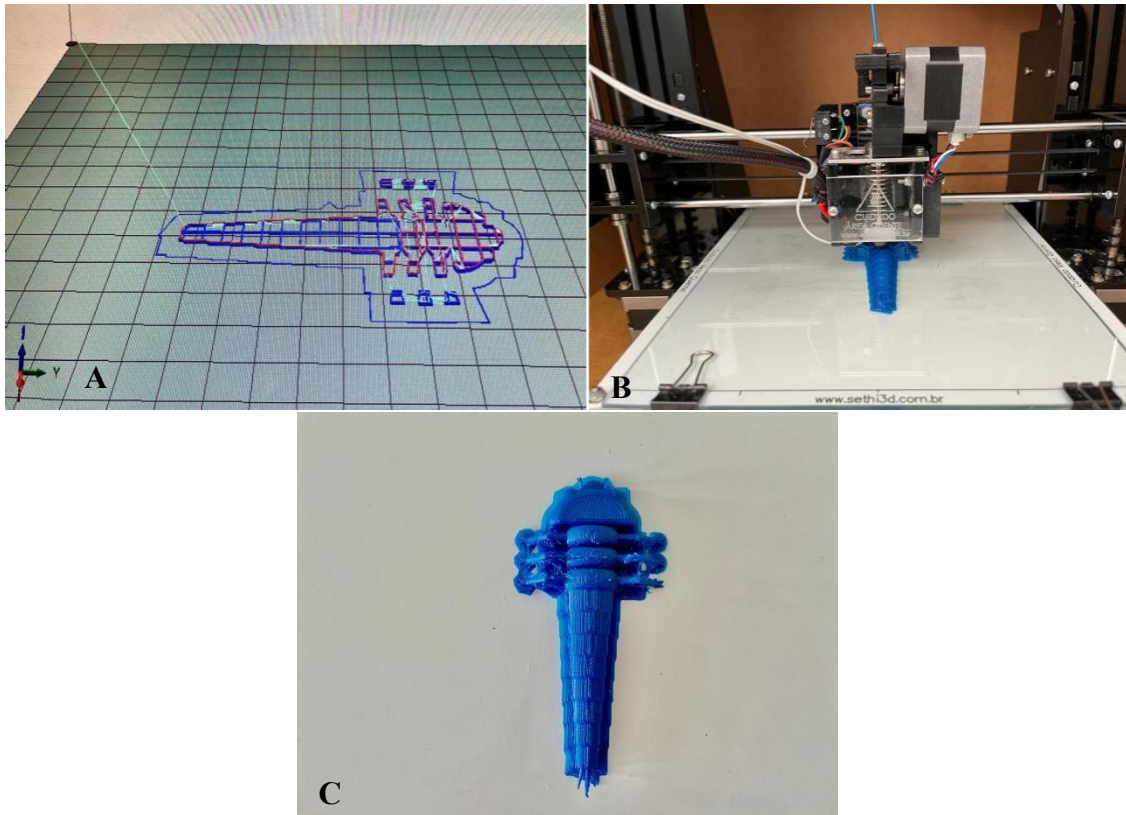


Fonte: Autores, 2024.

O penúltimo organismo a ser impresso foi da ordem Ephemeroptera (Figura 10) na fase de ninfa. Para este *design* também foi preciso inserir o suporte no fatiador, para que o modelo tocasse a base e ser impresso sem danificações, por possuir estruturas mais finas e bem específicas. A peça possui 10 centímetros, a qual teve duração de uma hora sua impressão.



Figura 10 - Figuras do processo de impressão do organismo da ordem Ephemeroptera (ninha). A - Representação e delimitação dos movimentos extrusora e mesa, B - Modelo sendo produzido, C - Modelo finalizado.

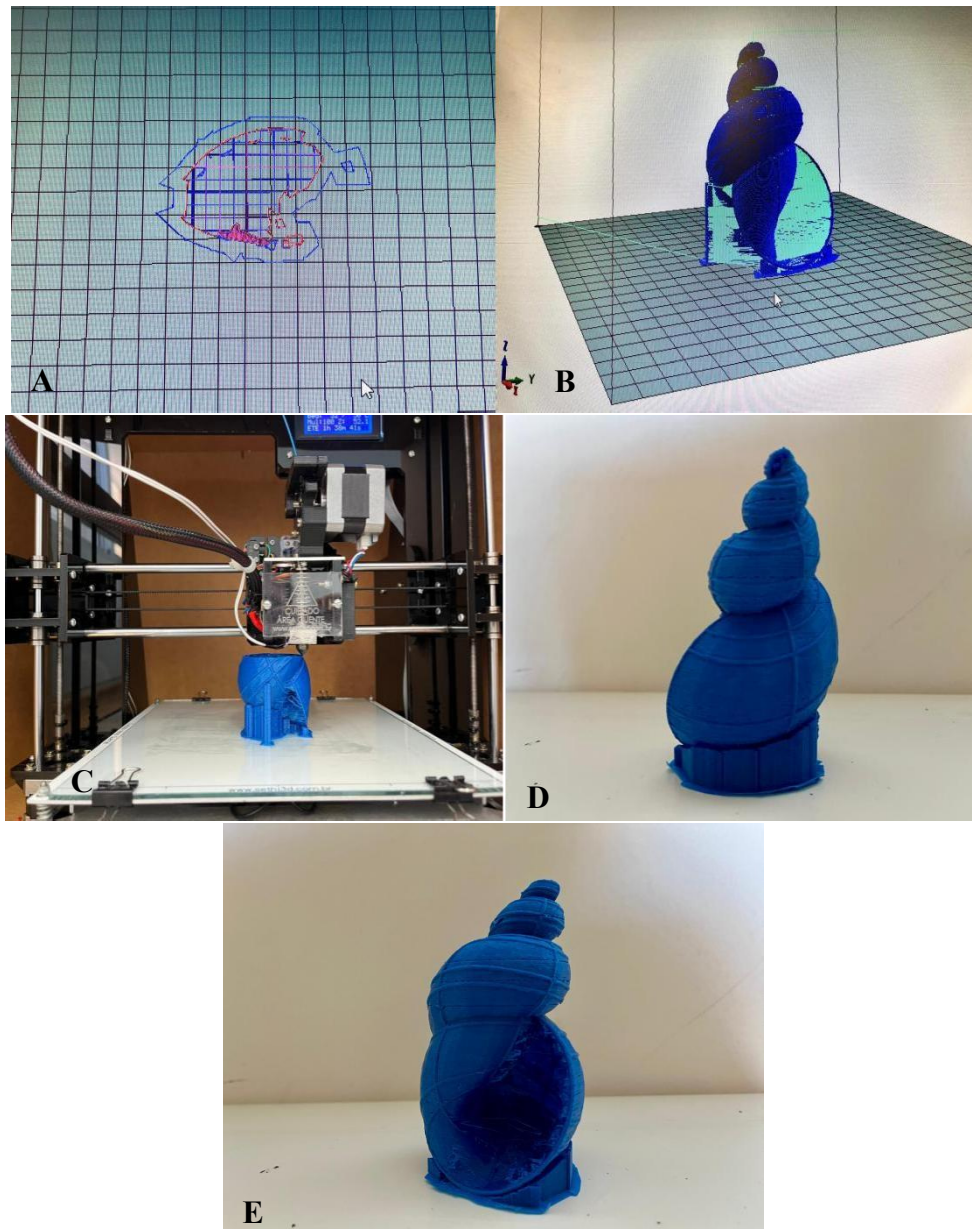


Fonte: Autores, 2024.

O último modelo a ser impresso foi o organismo da classe Gastropoda (Figura 11), o qual assim como os dois anteriores, foi necessário inserir o suporte para que o *design* tocasse a base. Esse foi o organismo mais demorado a ser impresso, pois possui muitas curvas e proporções diferente dos outros organismos, tendo 12 centímetros sua impressão durou três horas e vinte seis minutos.



Figura 11 - Figuras do processo de impressão do organismo da classe Gastropoda. A - Representação e delimitação dos movimentos extrusora e mesa do da impressora, B - Modelo representado pelo fatiador, C - Modelo sendo produzido, D - Modelo finalizado lado 1, E - Modelo finalizado lado 2.



Fonte: Autores, 2024.

A aplicação dos materiais didáticos nas ações educativas, permite ao estudante visualizar e assimilar os conceitos de maneira mais clara, surgindo novas ideias, com o objetivo de promover a construção do conhecimento do estudante (Silva, Victor, 2016). Com isso os modelos 3D dos macroinvertebrados bentônicos além contribuírem para o

ensino-aprendizagem, tornam-se mecanismos inovadores ao buscar sensibilizar os estudantes sobre a importância desses organismos para os ecossistemas aquáticos.

Com a elaboração dos modelos 3D dos organismos, os quais são materiais didáticos, que podem ser utilizados em atividades de ensino e extensão, voltadas para as disciplinas de Ciências e Biologia e as áreas temáticas de meio ambiente e educação ambiental, foram elaboradas sequências didáticas com o intuito de orientar a utilização desses materiais para essas ações.

### **3.2 Sequências didáticas para desenvolvimento de ações de ensino e extensão a partir da comunidade de macroinvertebrados bentônicos**

As sequências didáticas elaboradas apresentam um conjunto de atividades para chegar a um objetivo didático e pedagógico (Pessoa, 2024), buscando ampliar e valorizar os estudos a respeito dos macroinvertebrados bentônicos, sua relevância para os ecossistemas aquáticos e qualidade ambiental, como também sua relação com conteúdo de Ecologia e Zoologia para o ensino básico. Abaixo, segue a apresentação das sequências didáticas produzidas.

Sequência Didática Macroinvertebrados como bioindicadores em ecossistemas aquáticos

A primeira sequência didática, intitulada “Macroinvertebrados como bioindicadores em ecossistemas aquáticos”, foi montada para o desenvolvimento de uma ação de ensino, priorizando a aprendizagem com o uso de atividade de dinâmica em grupos (Quadro 1).

Quadro 1 – Sequência didática Macroinvertebrados como bioindicadores em ecossistemas aquáticos.

<b>Disciplina:</b> Biologia
<b>Tema:</b> Macroinvertebrados como bioindicadores em ecossistemas aquáticos
<b>Conteúdos trabalhados:</b> ● Definição do que são macroinvertebrados bentônicos;

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Características morfológicas dos macroinvertebrados bentônicos;</li> <li>● Importância dos macroinvertebrados como bioindicadores em ecossistemas aquáticos;</li> </ul>
<p><b>Tempo:</b></p> <p>2 aulas (100 minutos)</p>
<p><b>Objetivos da aprendizagem:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Compreender o que são macroinvertebrados bentônicos;</li> <li>● Reconhecer características morfológicas de representantes dos macroinvertebrados bentônicos;</li> <li>● Entender a importância dos macroinvertebrados para os ecossistemas aquáticos;</li> <li>● Diferenciar grupos de macroinvertebrados bentônicos mais frequentes em ecossistemas aquáticos mais impactados e menos impactados.</li> </ul>
<p><b>Materiais necessários:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Chaves de identificação de macroinvertebrados bentônicos;</li> <li>● Modelos didáticos 3D dos macroinvertebrados (Coleoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Gastropoda e Oligochaeta)</li> <li>● TNT, EVA e materiais recicláveis.</li> </ul>
<p><b>Roteiro da aula:</b></p> <p><b>1º Momento (20 minutos):</b> Inicialmente o professor abordará o conteúdo, por meio de uma breve apresentação expositiva, definindo o que são invertebrados, seus principais filos e características, evidenciando que os macroinvertebrados bentônicos são organismos com tamanho igual ou maior a 0,5mm, tendo como representantes organismos dos filos Porifera, Platyhelminthes, Annelida, Mollusca e Arthropoda. O professor também abordará a capacidade dos macroinvertebrados atuarem como bioindicadores da qualidade ambiental em ecossistemas aquáticos.</p> <p><b>2º Momento (20 minutos):</b> Em seguida o professor irá distribuir a turma em grupos e cada equipe irá receber um modelo 3D de um macroinvertebrado, juntamente com as chaves de identificação para que possam identificar qual organismo está sendo representado por aquele modelo. Nessa fase, será feito o <i>ranking</i> das equipes considerando o tempo para realizar a identificação do organismo de forma correta. As equipes que utilizarem menos tempo para a identificação terão melhor colocação que aquelas que utilizarem mais tempo, desde que realizem a identificação correta do organismo.</p> <p><b>3º Momento (50 minutos):</b> As equipes pré-existentes da dinâmica do segundo momento, irão se reunir novamente para desenvolver (representar) ecossistemas poluídos e não poluídos, que será determinado o tipo de ambiente por grupo meio de sorteio, tendo que inserir os modelos de macroinvertebrados 3D nesses ambientes, podendo utilizar de materiais como: EVA, TNT, materiais reutilizáveis, entre outros elementos para a composição do ecossistema. Além dessa representação visual, os alunos irão explicar, por meio de uma breve apresentação oral, a relação do macroinvertebrado com a degradação ambiental, explanando se o modelo 3D que está em posse da equipe, é classificado como sensível, tolerante ou resistente a degradação Ambiental.</p>

**4º Momento (10 minutos):** O professor realizará um resumo, abordando brevemente as temáticas tratadas nas etapas anteriores, como também buscando perceber a aprendizagem dos estudantes durante as etapas. Os alunos terão oportunidade de realizar perguntas e fazer colocações durante todo o processo.

### Avaliação

A avaliação será contínua, pois nesse método avaliativo os estudantes são observados em todos os aspectos da aprendizagem, não somente em momentos pontuais, dinamizando o processo avaliativo. Com isso os estudantes estarão sendo avaliados pelos seguintes critérios:

<b>Crítérios</b>	<b>Pontuação</b>
Desempenho em cada etapa das aulas	1-10
Capacidade de trabalho em equipe	1-10
Participação efetiva nas etapas	1-10
Autonomia no decorrer das etapas	1-10

### Referências

AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o Ensino de Ciências**/Leonardo De Conti D. Aguiar, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Aluno/Downloads/aguiar\_ldcd\_me\_bauru.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2024.

BIS, Barbara; KOSMALA, Grazyna. **Os macroinvertebrados são visíveis a olho nu (macro) e sem coluna vertebral (invertebrados)**.CE CNFRESH, 2005. Disponível em:

[https://voluntariadoambientalagua.apambiente.pt/filecontrol/site/Doc/136cards\\_chave\\_mib.pdf](https://voluntariadoambientalagua.apambiente.pt/filecontrol/site/Doc/136cards_chave_mib.pdf). Acesso em: 09 ago 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

FRANÇA, Juliana Silva; CALLISTO, Marcos. Coleção de macroinvertebrados bentônicos: ferramenta para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2007. Disponível em:

<[https://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/Franca&Callisto-2007.pdf](https://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Franca&Callisto-2007.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2024.

FRANÇA, Juliana Silva; XAVIER, Jéssica Soares; CALLISTO, Marcos. **Desenvolvimento de atividades lúdicas com os macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade da água**. Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar – II MICTI, Camboriú(SC), out. 2007. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/08/jessicaprovoc.pdf>. Acesso em: 09 ago 2024.

Segundo o psicólogo Lev Vygotsky (1989), as atividades realizadas em equipes, proporcionam experiências e vantagens a aprendizagem, que não seria possível alcançar

somente de modo individual. Desse modo, a presente sequência possibilita que os estudantes desenvolvam habilidades como: empatia e respeito ao trabalhar com o outro, autonomia ao propor ideias a equipe, como também, o pensamento reflexivo ao criar cenários hipotéticos para os diferentes macroinvertebrados.

No momento inicial da sequência, buscou trazer uma explanação geral sobre os macroinvertebrados, tendo em vista que eles, podem não ser conhecidos pelos alunos. Essa abordagem explicativa, busca aproximar o conhecimento científico do conhecimento prévio do estudante, com o intuito de contextualizar o ensino para que o conteúdo abordado se torne mais atrativo, sobretudo, significativo (Kato, Kawasaki, 2011). O segundo momento visa desenvolver a capacidade de trabalho em equipe, já que os estudantes irão receber orientações de como será realizada a atividade, nesse caso, identificar o macroinvertebrado, mas o modo que eles decidirem fazer essa identificação, deixará explícito se eles irão desenvolver a: autonomia, empatia e respeito. No terceiro momento serão colocados em prova os conhecimentos sobre macroinvertebrados e ecossistemas aquáticos. Assim, atividade de caráter colaborativo, busca incentivar e sensibilizar sobre a conservação, correspondendo a habilidade EM13CNT206 (Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta) a qual está prevista na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018, p. 543).

O momento final da sequência será de revisão e esclarecimento de dúvidas, o qual é considerado essencial, pois ocorre nesta ocasião, a reestruturação do conhecimento e alinhamento das informações após a parte expositiva e a parte prática promovendo uma melhor compreensão dos conceitos (Mayer, 2009). Durante toda a sequência, o docente é responsável por avaliar os alunos seguindo os critérios já elencados, que preza por fazer uma avaliação contínua, pois segundo Libâneo, esse tipo de avaliação proporciona um melhor acompanhamento do progresso do estudante em adequação com as práticas pedagógicas e as adversidades enfrentadas pelo aluno (Libâneo, 2013).

Sequência Didática – Qualidade da água e o uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos em ecossistemas aquáticos

A sequência didática “Qualidade da água e o uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos em ecossistemas aquáticos” foi elaborada para o desenvolvimento de ação de extensão e ensino, priorizando a experiência prática com maior interação com o objeto de estudo e propiciando o desenvolvimento do senso crítico do estudante (Quadro 2).

Quadro 2- Sequência Didática – Qualidade da água e o uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos em ecossistemas aquáticos.

<b>Disciplinas:</b> Biologia
<b>Tema:</b> Qualidade da água e o uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos em ecossistemas aquáticos
<b>Conteúdos trabalhados:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Água: importância e qualidade;</li> <li>● Definição do que são macroinvertebrados bentônicos;</li> <li>● Características morfológicas dos macroinvertebrados bentônicos;</li> <li>● Importância dos macroinvertebrados como bioindicadores em ecossistemas aquáticos;</li> <li>● Aplicação do índice de qualidade ambiental BMWP.</li> </ul>
<b>Tempo:</b> 6 aulas (300 minutos)
<b>Objetivos da aprendizagem:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Compreender a importância da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos locais;</li> <li>● Conhecer as principais metodologias de coleta de macroinvertebrados bentônicos.</li> <li>● Identificar macroinvertebrados bentônicos a partir de suas características morfológicas;</li> <li>● Relacionar macroinvertebrados bentônicos com a qualidade ambiental;</li> </ul>
<b>Materiais necessários:</b> Coleta dos macroinvertebrados: draga (Pode ser utilizado um recipiente e espátula na ausência de draga), sacos plásticos, álcool a 70%. Laboratório ou local adequado para processamento das amostras, peneira, microscópio, lupa, chaves de identificação e modelos 3D de macroinvertebrados (organismos de: Coleoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Gastropoda e Oligochaeta).
<b>Roteiro da aula</b>

A sequência será desenvolvida em três momentos: primeiro em um ecossistema aquático para a visita e coleta dos macroinvertebrados; no segundo momento, em um ambiente adequado para triagem e identificação dos organismos coletados e o terceiro momento ocorrerá a avaliação com a aplicação do índice *Biological Monitoring Working Party* - BMWP (Grupo de trabalho de monitoramento biológico).

**1º Momento (150 minutos):** O professor irá explicar brevemente sobre a qualidade da água do ecossistema aquático selecionado, ressaltando como o ser humano pode influenciar na qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, evidenciando a presença dos macroinvertebrados nesses ambientes destacando sua importância como bioindicadores. Em seguida, serão dadas orientações em relação a maneira como a coleta desses organismos irá acontecer. Para isso o professor irá dividir a turma em grupos. Seguindo instruções do professor, cada equipe irá fazer a coleta de macroinvertebrados em um ponto específico de um ecossistema aquático escolhido, buscando amostrar áreas com diferentes características ambientais (Ex.: áreas mais degradadas e áreas menos degradadas). As coletas devem ocorrer na região litorânea do ecossistema aquático, considerando uma profundidade média de 50 cm, pois nessa área ocorre a maior diversidade de organismos. Para coleta do sedimento contendo os macroinvertebrados, poderá ser utilizada uma draga ou uma espátula e recipiente. Após coleta, a amostra será armazenada em sacos plásticos, momento em que será adicionado álcool a 70%. Durante esse processo de coleta é importante que os estudantes observem e façam anotações em relação as proximidades do ecossistema aquático, buscando analisar se o ambiente possui mata ciliar e áreas arborizadas, se tem moradores, plantações e criação de animais ou entrada de resíduos, pois esses fatores influenciam a qualidade ambiental do local.

**2º Momento (100 minutos):** Após a coleta dos macroinvertebrados no ecossistema aquático, os alunos irão retornar à escola. Em ambiente apropriado para a lavagem e triagem dos organismos coletados. Cada equipe ficará responsável pela amostra do seu ponto de coleta. Nesta etapa os organismos serão lavados com água, sendo necessário uma peneira malha 0,50 mm. Posteriormente será realizada a triagem, momento em que os organismos serão separados dos sedimentos. Em sequência será realizada a identificação dos organismos ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de microscópio, dos modelos 3D dos organismos e as chaves de identificação.

**3º Momento (50 minutos):** Cada equipe realizará a aplicação do *índice Biological Monitoring Working Party* - BMWP (Grupo de trabalho de monitoramento biológico) diante a diversidade de indivíduos que sua equipe coletou, para assim poder analisar a qualidade ambiental do ecossistema de onde os macroinvertebrados bentônicos foram coletados. Para realizar o cálculo do índice BMWP, será necessário a utilização das tabelas 1 e 2, na tabela 1. A equipe irá destacar quais e quantos organismos de cada família foram encontrados e classificados, fazendo a somatoria dos pontos dos indivíduos, posteriormente irá observar a tabela 2 e ver qual pontuação a somatoria se encaixa, para assim ter um indicativo parcial da qualidade ambiental do ecossistema aquático da região.

Em seguida, será aberto o momento para compartilhamento dos resultados adquiridos por meio da aplicação dos índices e a relação dos valores com os dados identificados

pelos alunos (dados anotados durante a coleta de amostras no ambiente).

Tabela 1 – Valores de tolerância a poluentes atribuídos aos organismos, proposto por Alba-Tercedor (1996).

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Megapodagrionidae, <b>Athericidae, Blephariceridae.</b>	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, <b>Glossosomatidae.</b>	8
<b>Ephemere</b> llidae, <b>Prosopistomatidae,</b> Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae.	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, <b>Thiaridae,</b> Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohephidae.	6
<b>Oligoneuridae, Polymitarcyidae,</b> Dryopidae, Elmidae, <b>Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae,</b> Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, <b>Dugesiiidae.</b>	5
Aegidae, Baetidae, <b>Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae,</b> Empididae, <b>Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina.</b>	4
<b>Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnoco</b> ridae), Pleidae, <b>Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae,</b> Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, <b>Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae,</b> Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, <b>Ostracoda.</b>	3
Chironomidae, Culicidae, Ephyridae, Thaumaleidae.	2
Oligochaeta (toda a classe), <b>Syrphidae.</b>	1

Fonte: FERREIRA, FLYNN, 2012

Tabela 2 – Análise das pontuações totais dos organismos encontrados em um ponto de coleta específico e das cores associadas à qualidade da água proposta por Alba-Tercedor (1996).

Classe	Qualidade	Valor	Significado	Cor
I	BOA	101 – 120 e >120	• Águas muito limpas (águas prístinas) • Águas não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado	AZUL
II	ACEITÁVEL	61 - 100	• São evidentes efeitos moderados de poluição	VERDE
III	DUVIDOSA	36 - 60	• Águas poluídas (sistema alterado)	AMARELO
IV	CRÍTICA	16 - 35	• Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	LARANJA
V	MUITO CRÍTICA	< 16	• Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	VERMELHO

Fonte: Ferreira, Flynn, 2012

### Avaliação

A avaliação será qualitativa e quantitativa, a qual irá analisar os seguintes pontos: atenção e engajamento dos estudantes durante as etapas da aula, bem como a dinâmica e colaboração no trabalho em equipe, desempenho em cada uma das etapas de coleta,



lavagem, triagem, identificação e durante a aplicação do índice de BMWP. Também serão considerados se os grupos fizeram as identificações corretas bem como se os cálculos do índice BMWP estiverem corretos.

Tabela 3 - Avaliativa

<b>Crítérios</b>	<b>Pontuação</b>
Atenção e participação durante os momentos	1-10
Dinâmica e colaboração no trabalho em equipe	1-10
Desempenho na etapa de coleta, lavagem e triagem	1-10
Desempenho na identificação	1-10
Resolução do índice BMWP	1-10

### Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CETESB (São Paulo) **Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo** [recurso eletrônico] / CETESB ;Mônica Luisa Kuhlmann ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2012. 113 p. : il. color. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>

FLYNN, M. N.; LESSA FERREIRA, G. Índice biótico BMWP' na avaliação da integridade ambiental do Rio Jaguari-Mirim, no entorno das Pequenas Centrais Hidrelétricas de São Joaquim e São José, município de São João da Boa Vista, SP. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, 2 jun. 2015.

PINTO, Leonardo Carlos de Oliveira. **Uso de jogos sobre macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água no Ensino de Biologia**. 2023.

SAMPAIO, F. A. C.; SANTOS, L. A. S. A.; SILVA, T. M.; MACHADO, C. N. OS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS VÃO ÀS ESCOLAS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 5, n. 2, 2023. DOI: 10.5335/rbecm.v5i2.12757. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12757>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SILVA, Kelves Williames dos Santos; EVERTON, Nafitalino dos Santos e MELO, Mauro André Damasceno de. Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude** [online]. 2016, vol.7, n.3, pp.13-22. ISSN 2176-6215. <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232016000300002>.

No primeiro momento da sequência, ocorrerá uma aula de campo, metodologia de ensino que compreende a realização de atividades educativas fora da instituição de ensino (Barros; Araújo, 2017). Nesta etapa, os estudantes estarão imersos na área de estudo, com a visita ao ecossistema aquático, eles poderão, fazer observações e anotações, além de vivenciar todo o processo de coleta dos macroinvertebrados bentônicos, que será desenvolvida em grupos, sobretudo presentes na realidade de um ecossistema aquático local. A integração dos estudantes a sua área de estudo, possibilita uma maior aproximação e valorização ao ambiente, a sua comunidade, tornando o ensino-aprendizagem inovador, ao motivar que os alunos tenham uma visão mais sensível, diante da realidade dos ecossistemas locais e sua importância para a comunidade, ao conseguir identificar as necessidades e pontos fortes do ambiente, o que pode contribuir ao desenvolvimento social da região. Segundo Paulo Freire, o conhecimento, a prática pedagógica e a realidade do educando são a base para que o ensino se torne transformador e eficaz (Freire, 1970).

No segundo momento, acontecerá a triagem, lavagem e identificação dos macroinvertebrados em ambiente apropriado, com o objetivo que as equipes, se aprofundem sobre as características morfológicas dos organismos coletados e os classifiquem de maneira mais precisa, tendo uma experiência laboratorial nesta etapa. As fases de coleta, lavagem, triagem e identificação dos macroinvertebrados, fará com que os estudantes experimentem um pouco de metodologias comuns em laboratórios de pesquisa, fazendo com que desenvolvam habilidades práticas e obtenham uma melhor percepção e compreensão do assunto, como também, despertar o interesse dos estudantes pela pesquisa, além de desenvolverem uma mentalidade científica que os possibilitem formular hipóteses, realizar experimentos, coletas de dados e interpretar resultados, tornando a aprendizagem ativa (Brasil, 2018).

Em seguida as equipes irão aplicar os organismos ao *Biological Monitoring Working Party* - BMWP (Grupo de trabalho de monitoramento biológico), índice que auxilia na determinação da qualidade ambiental do ecossistema, com base nas tabelas anexadas a sequência (Alba-Tecedor, 1996), fazendo com que os estudantes experimentem a interpretação de dados científicos. Nesta etapa, com a aplicação ao índice BMWP, os estudantes irão desenvolver habilidades em identificação dos macroinvertebrados a grau de família, aprimorar a capacidade de formular hipóteses ao obter os resultados do índice e reconhecer a importância do trabalho em equipe.

Após as etapas práticas de desenvolvimento, a avaliação proposta possui caráter qualitativo e quantitativo, pois irá analisar a aprendizagem dos estudantes tanto na perspectiva de atenção e participação, como no engajamento nas práticas, de acordo com os critérios estabelecidos na sequência. Com a aplicação dessa sequência, os estudantes irão desenvolver maior senso crítico, habilidades no trabalho em equipe, além de ter experiências científicas e práticas (Brasil, 2018). Com isso irá impulsionar o ensino-aprendizagem, ao que tange a qualidade da água e a importância dos macroinvertebrados bentônicos para os ecossistemas aquáticos.

Sequência Didática - Macroinvertebrados bentônicos: como esses organismos são capazes de indicar impactos ambientais em ecossistemas aquáticos?

A sequência didática 3 “Macroinvertebrados bentônicos: como esses organismos são capazes de indicar impactos ambientais em ecossistemas aquáticos?”, foi criada para ações de extensão priorizando, atividades mais interativas e coletivas para tornar o ensino-aprendizagem mais dinâmico, buscando a sensibilização dos estudantes, com a utilização dos modelos 3D atreladas as metodologias ativas aplicadas na sequência: gamificação e o estudo de caso, com o objetivo de contribuir a uma educação inovadora (Bacich; Moran, 2017) (Quadro 3).

Quadro 3 - Sequência Didática - Macroinvertebrados bentônicos: como esses organismos são capazes de indicar impactos ambientais em ecossistemas aquáticos?

<b>Tema:</b> Macroinvertebrados bentônicos: como esses organismos são capazes de indicar impactos ambientais em ecossistemas aquáticos?
<b>Área temática:</b> Meio ambiente
<b>Público-alvo:</b> Estudantes do ensino médio
<b>Tempo:</b> 3 horas e 20 minutos
<b>Conteúdos trabalhados:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Definição do que são macroinvertebrados bentônicos e sua importância ecológica;</li> <li>● Características morfológicas dos macroinvertebrados bentônicos;</li> <li>● Como os macroinvertebrados podem indicar a qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos</li> <li>● Classificação dos macroinvertebrados em relação a tolerância frente às</li> </ul>

adversidades ambientais;

### Objetivos:

- Compreender o que são macroinvertebrados bentônicos e sua importância ecológica;
- Sensibilizar os estudantes sobre a importância dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental;
- Relacionar grupos de macroinvertebrados bentônicos com diferentes gradientes ambientais em ecossistemas aquáticos;

### Materiais necessários:

Discussão dos conteúdos: datashow, vídeo explicativo (Bioindicadores da qualidade da água, disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=pOoRyb5R1KE>, modelos 3D de macroinvertebrados (organismos de: Modelos didáticos 3D dos macroinvertebrados (organismos de: Coleoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Gastropoda e Oligochaeta) caixa de som, cartolinas e canetas.

Atividade interativa (torta na cara): pratos de papelão e farinha de trigo tradicional.

### Roteiro

**1º Momento (50 minutos):** O ministrante da atividade de extensão (ou equipe) irá iniciar o momento com uma avaliação diagnóstica com o intuito de saber qual o conhecimento prévio sobre o tema, podendo ser feita pela tempestade de ideias, na qual consiste em falar o tema para os estudantes participantes e ouvir deles, o que eles sabem sobre a temática. Neste momento podem ser feitas perguntas como: O que são macroinvertebrados bentônicos? Como esses organismos podem indicar a qualidade da água? E em seguida será exibido o vídeo Bioindicadores da qualidade da água, produzido pelo canal Embrapa Meio Ambiente, disponível na plataforma do Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=pOoRyb5R1KE>) o qual aborda sobre: onde são encontrados os macroinvertebrados bentônicos, como são coletados, o que eles indicam por sua presença em determinado ecossistema aquático e em quais áreas o biomonitoramento feito com o uso desses organismos podem ser aplicados. Após a exibição do vídeo o ministrante da atividade de extensão (ou equipe) deverá fazer a explicação sobre o conteúdo, com uma abordagem expositiva e dinâmica, evidenciando definição, características morfológicas dos macroinvertebrados bentônicos sendo necessário neste momento, a exposição dos modelos 3D dos organismos para ampliar o entendimento e aprendizado dos estudantes sobre os macroinvertebrados bentônicos.

**2º Momento (80 minutos):** Após a problematização e explanação, o ministrante deverá dividir os estudantes em duas grandes equipes e serão orientadas a escolher um nome de guerra que seja relacionado à temática trabalhada. Com isso, a gincana prosseguirá em duas etapas. A primeira etapa será a aplicação da metodologia estudo de caso seguida da dinâmica “torta na cara” apresentada no terceiro momento. Os estudantes irão receber um estudo de caso sobre um ecossistema aquático da sua região (as informações sobre o reservatório selecionado devem ser disponibilizadas pelo ministrante e/ou equipe da atividade de extensão) e deve conter as seguintes

informações: localização e capacidade do reservatório, as finalidades da água do ambiente, as condições as margens do ecossistema (se possui moradores, construções ou fábricas que utilizam ou lançam algum tipo resíduo no local) e quais macroinvertebrados foram encontrados no ambiente. Com isso, as equipes irão analisar e apresentar suas resoluções sobre qualidade ambiental do ecossistema aquático e serão analisados os seguintes critérios:

Critérios	Pontuação
Análise correta da qualidade ambiental	1 - 10
Materiais que utilizados na apresentação	1- 10
Domínio sobre a temática e o estudo de caso	1- 10
Tempo adequado na apresentação do estudo de caso (dentro de 10-15 minutos por equipe)	1 - 10
Comportamento e postura durante as apresentações	1 - 10

**3º Momento (40 minutos):** Nesta etapa os estudantes das equipe A e equipe B irão responder as questões da tabela 1 sobre os macroinvertebrados bentônicos e o representante da equipe que responder incorretamente receberá torta na cara, pontuando a equipe que receber menos tortada.

Tabela 1 - Questões atividade interativa (torta na cara)

1. Qual a definição de macroinvertebrados bentônicos?
2. (VUNESP-2020) Macroinvertebrados bentônicos são considerados bons indicadores de qualidade ambiental, sendo muito utilizados em programas de biomonitoramento. Sobre este tipo de abordagem, é correto afirmar que os macroinvertebrados bentônicos são bons indicadores porque:
  - A) são de difícil identificação taxonômica.
  - B) possuem grande mobilidade em escala espaço-temporal.
  - C) abragem grupos com diferentes graus de sensibilidade às perturbações.
  - D) são organismos biomarcadores de efeito poluição.
  - E) possuem poucos representantes descritos e conhecidos.
3. Qual desses organismos é mais tolerante a poluição:
  - A) Chironomidae
  - B) Plecoptera
  - C) Ephemeroptera
  - D) Odonata

4. Julgue a frase verdadeira ou falsa e explique: “Os macroinvertebrados bentônicos são organismos microscópicos que vivem apenas na superfície de ambientes aquáticos.”

5. Qual a relação entre a diversidade e abundância de macroinvertebrados bentônicos e a qualidade ambiental de um ecossistema aquático?

6. Julgue a frase verdadeira ou falsa: “As libelulas são da ordem Coleoptera.”

7. Julgue a frase verdadeira ou falsa: “As ações antrópicas afetam a qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos.”

8. O que é biomonitoramento?

Pergunta bônus em caso de empate: Cite dois macroinvertebrados bentônicos indicadores de má qualidade ambiental.

Gabarito:

1. Os macroinvertebrados bentônicos são organismos invertebrados que são visíveis a olho nu e vivem no fundo de ambientes aquáticos.

2. C.

3. A.

4. Falsa, pois são organismos visíveis a olho nu e estão presentes no fundo dos ambientes aquáticos.

5. A alta diversidade de macroinvertebrados bentônicos indica boa qualidade ambiental, enquanto a baixa diversidade e predominância de espécies resistentes apontam para a degradação do ecossistema aquático.

6. Falsa.

7. Verdadeira.

8. É um método de avaliação da qualidade das águas, utilizando-se animais.

9. Ex: Caramujos, minhocas aquáticas, etc.

Após essa etapa será feita o somatório dos pontos, e a equipe que possuir o melhor placar será a campeã, que poderá ter como premiação, além do brinde ofertado pelo ministrante uma pontuação extra nas disciplinas envolvidas a atividade de extensão.

**4º Momento (30 minutos):** Com o fim da gincana, será feita uma avaliação diagnóstica para saber como foi o desenvolvimento da ação e percepção dos estudantes em relação às atividades executadas, com isso será realizada uma segunda tempestade de ideias com perguntas como: O que são macroinvertebrados? Como os macroinvertebrados podem indicar a qualidade ambiental? O que são macroinvertebrados sensíveis? O que são macroinvertebrados tolerantes? O que são macroinvertebrados resistentes? O que vocês acharam das atividades que realizamos? Promovendo o debate e interação dos estudantes, encerrando assim a ação de

extensão.

### Referências

FRANÇA, Juliana Silva; MONTEBRUNE, Fernanda; CALLISTO, Marco. **A ciência em ação: cidadania ecológica e sustentabilidade**. 5º Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis 5SSS286, pg. 1330-1338, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

Martins, F. S., Antunes, S.C., (2019) Qualidade ecológica de ecossistemas aquáticos, **Rev. Ciência Elem.**, V7(2):037.

QCONCURSOS. Questões: Macroinvertebrados bentônicos, VUNESP - 2020 (Prefeitura de Ilha Bela - SP). Disponível em: <<https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/09c2c31f-04>>. Acesso em: 17, agosto, 2024.

No momento inicial da ação ocorrerá uma avaliação diagnóstica, com o intuito de identificar o conhecimento prévio dos estudantes acerca da temática, sendo feitas perguntas disparadoras para impulsionar os questionamentos deles sobre o assunto. A avaliação diagnóstica segundo Luckesi (2005, p. 45) é o conhecimento qualificado que adquirimos por meio de questionário ou ação, que irá nos possibilitar a tomar uma decisão ou propor uma intervenção com base nos dados que foram obtidos. Diante desses dados, será possível identificar as fragilidades dos estudantes e formular métodos para que no decorrer do momento educativo essas necessidades venham a ser supridas. Após esse momento, será apresentado o vídeo com o objetivo de esclarecer as dúvidas geradas na avaliação inicial e contextualizar o conteúdo, pois com a utilização dos recursos audiovisuais ocorre o estímulo do interesse dos estudantes sobre os temas abordados, além de possibilitar o aperfeiçoamento (Rohrer; Oliveira, 2017). Em seguida irá acontecer a contextualização e exposição dos modelos 3D para observação.

No segundo momento o ministrante irá realizar o desenvolvimento da metodologia do estudo de caso, a qual, os alunos irão buscar estratégias para identificar e classificar a qualidade ambiental do ecossistema aquático, a partir das informações que irão receber e com base nos conhecimentos adquiridos nos momentos anteriores. A metodologia do estudo de caso possui uma abordagem investigativa, a partir de dados qualitativos e quantitativos, com o objetivo de gerar indagações para resolução do caso, fazendo com

que os estudantes busquem explorar, compreender e apresentar os resultados obtidos (Yin, 1994; Araújo et al. 2009).

Em seguida o ministrante da gincana irá dar início a atividade interativa “torta na cara”, na qual serão feitas perguntas aos representantes das equipes e aquele que responder corretamente, dará torta na cara do representante da equipe adversária, com o intuito de proporcionar aos estudantes a recreação durante o processo de aprendizagem. A dinâmica “torta na cara” integra elementos lúdicos às aulas, tem se mostrado uma alternativa na redução das defasagens na aprendizagem, á exemplo a Escola Estadual Zumbi dos Palmares localizada em Jaguari - MS, adotou esta metodologia na disciplina de Língua Portuguesa, a ação recebeu elogios dos estudantes, porque além de tornar a aula mais divertida facilitou o aprendizado sobre a temática trabalhada (SED - Secretária de Estado e Educação do Mato Grosso do Sul, 2023).

Após a realização da metodologia estudo de caso e dinâmica “torta na cara” será feito o somatório dos pontos da gincana, com isso será possível definir uma equipe campeã que deverá receber um prêmio estipulado pelo ministrante, além de pontos nas disciplinas envolvidas na ação. É importante o educador estar sempre trazendo novas ferramentas e metodologias para que o processo de ensino-aprendizagem aconteça de maneira mais efetiva e inovadora. Com isso, a gincana se torna uma ótima alternativa, pois além de promover a interdisciplinaridade, desperta nos estudantes o interesse em atividades práticas, desenvolvimento do raciocínio lógico e proporciona uma melhor interação entre os estudantes com o professor (Costa; Santos, 2020).

No momento seguinte, após a gincana, será feita uma nova avaliação diagnóstica com perguntas disparadoras, promovendo debate interativo e tornando a aprendizagem mais significativa, ao motivar os alunos em processos que estimulem a construção ativa do conhecimento (Bacich; Moran, 2017). Essa construção ativa do conhecimento é de grande importância para o processo de ensino-aprendizagem, conforme apresentado por Sousa (2024), cuja pesquisa abordou sobre a produção de modelos didáticos de invertebrados marinhos do Filo Echinodermata, implementando a *Cultura Maker* (Criadora), a qual incentiva que os estudantes projetem e construam objetos por si mesmos, dispondo das informações e ferramentas necessárias para a elaboração do material (Fundação Instituto de Administração (FIA), Business School, 2019). Nesse contexto, Sousa (2024) evidenciou com a aplicação dessa metodologia, que os alunos



desenvolveram habilidades de: trabalho em equipe, colaboração e proatividade, além do pensamento crítico durante as etapas de elaboração do material.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível criar modelos 3D de macroinvertebrados para ações de ensino e extensão, como também propor sequências didáticas para serem realizadas com a introdução desses modelos. Com isso, é possível ressaltar que modelos 3D podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem, bem como, propor ações de sensibilização a partir do uso de bioindicadores, como os macroinvertebrados bentônicos.

É importante ressaltar que, embora este trabalho proponha a utilização de impressoras 3D para obtenção de modelos de macroinvertebrados, nem todas as escolas dispõem desse recurso. No entanto, em colaboração com instituições maiores, como os Institutos Federais, é possível que ocorra a produção desses modelos 3D de macroinvertebrados bentônicos, assim como de outros organismos, que podem ser compartilhadas com escolas de ensino básico para desenvolver ações de extensão e ensino, visando fornecer mais recursos que contribuam para o desenvolvimento pedagógico.

Nesse contexto, espera-se que este trabalho contribua para impulsionar e avançar as ações de extensão e ensino sobre a atuação dos macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos em ecossistemas aquáticos, fazendo uso dos mesmos para a sensibilização ambiental, mas também para o aprofundamento de conteúdos como Zoologia e Ecologia. Além disso, busca-se que professores possam utilizar as sequências didáticas para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interativo e contextualizado, empregando os métodos e materiais inovadores apresentados.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. L.; DRUMOND, M. A. ; ALVES, RÔMULO ROMEU NÓBREGA ; DIAS, THELMA LÚCIA PEREIRA ; Molozzi, J. . Evaluating conservation threats to reservoirs in the semiarid region of Brazil using the perception of residents. **Ethnobiology and Conservation**, v. 9, p. 1-15, 2020.

AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o Ensino de Ciências**/Leonardo De Conti D. Aguiar, 2016. Dissertação (Mestrado) [Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências], [Bauru], 2016.

ALBA-TERCEDOR, J. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos**. In: IV SIMPOSIO SOBRE EL AGUA EN ANDALUCÍA (SIAGA),II: 203-213, Almeria, 1996.

ADOBE. O que é um arquivo SVG? **Adobe Creative Cloud**. Disponível em: <<https://www.adobe.com/br/creativecloud/file-types/image/vector/svg-file.html>>. Acesso em: 29 ago. 2024.

ADOBE. O que é um arquivo STL? **Adobe Creative Cloud**. Disponível em: <<https://www.adobe.com/br/creativecloud/file-types/image/vector/stl-file.html>>. Acesso em: 29 ago. 2024.

ARAÚJO, Cidália; PINTO, Emília M. F.; LOPES, José; NOGUEIRA, Luís; PINTO, Ricardo. **Estudo de caso**. 2008. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia, Braga, 2008. Orientadora: Doutora Clara Pereira Coutinho.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma abordagem mais profunda**. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Org). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso Editora 2018. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=TTY7DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT21&dq=bacich+e+moran+2017>. Acesso em: 06 set. 2024.

BARROS, Alessandra; ARAÚJO, Joeliza. Aulas de Campo como metodologia para o ensino de ecologia no ensino médio / Field classes as methodology for Ecology teaching in High school. Revista Areté | **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 9, n. 20, p. 80-88, maio 2017. ISSN 1984-7505. Disponível em: <<https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/249>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

BIS, Barbara; KOSMALA, Grazyna. **Os macroinvertebrados são visíveis a olho nu (macro) e sem coluna vertebral (invertebrados)**. CE CNFRESH, 2005. Disponível em: [https://voluntariadoambientalagua.apambiente.pt/filecontrol/site/Doc/136cards\\_chave\\_mib.pdf](https://voluntariadoambientalagua.apambiente.pt/filecontrol/site/Doc/136cards_chave_mib.pdf). Acesso em: 09 ago 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. (2018). Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, p. 543.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CALLISTO, Marcos; GONÇALVES JR, José Francisco; MORENO, Pablo. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores. Navegando o Rio das velhas das Minas aos Gerais**, v. 1, p. 1-12, 2005.

CASTRO, Luis et al. *Macronvertebrados aquáticos e a qualidade das águas no pampa brasileiro: com guia para a identificação dos principais grupos*. 2019.

CETESB (São Paulo) **Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo** [recurso eletrônico] / CETESB ;Mônica Luisa Kuhlmann ... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2012. 113 p. : il. color. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acesso em: 06 set. 2024.

COSTA, Vânia Katyane de Oliveira; SANTOS, José Edvaldo Pereira dos. **A percepção dos estudantes sobre o papel da gincana no ensino fundamental**. In: Congresso Nacional de Educação (Conedu VII). Centro Cultural de Exposição Ruth Cardoso, Macéio - AL, 2020. Disponível em:

[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO\\_EV140\\_MD1\\_SA2\\_ID5736\\_01092020161732.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA2_ID5736_01092020161732.pdf). Acesso em: 06 set. 2024.

FARIAS, Priscila; CARVALHO, Claudia; VIEIRA, Paloma. A importância dos projetos de extensão na formação acadêmica. 7º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. 2016. Disponível em: [https://cbeu.ufop.br/gerar\\_pdf.php?id=2409](https://cbeu.ufop.br/gerar_pdf.php?id=2409). Acesso em: 06 set. 2024.

Fundação Instituto de Administração, Business School. O que é Cultura Maker? **Blog FIA**, 2019. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/cultura-maker>. Acesso em: 29 ago. 2024.

FLYNN, M. N.; LESSA FERREIRA, G. Índice biótico BMWP' na avaliação da integridade ambiental do Rio Jaguari-Mirim, no entorno das Pequenas Centrais Hidrelétricas de São Joaquim e São José, município de São João da Boa Vista, SP. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, 2 jun. 2015.

FRANÇA, Juliana Silva; CALLISTO, Marcos. **Capítulo 6 - Estação 3: Bioindicadores bentônicos de qualidade de água. Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas**. 2019.

FRANÇA, Juliana Silva; CALLISTO, Marcos. Coleção de macroinvertebrados bentônicos: ferramenta para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2007.

FRANÇA, Juliana Silva; XAVIER, Jéssica Soares; CALLISTO, Marcos. **Desenvolvimento de atividades lúdicas com os macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade da água**. Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar – II MICTI, Camboriú(SC), out. 2007. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/08/jessicaprovoc.pdf>. Acesso em: 09 ago 2024.

FRANÇA, Juliana Silva; MONTEBRUNE, Fernanda; CALLISTO, Marco. **A ciência em ação: cidadania ecológica e sustentabilidade**. 5º Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis 5SSS286, pg. 1330-1338, 2019.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, 1970.

Impressão Gerenciada. Como funciona a Impressão 3D: 3 etapas essenciais. **Redação Impressão Gerenciada**, 2020. Disponível em: <<https://www.impressaogerenciada.com.br/como-funciona-a-impressao-3d-as-3-etapas-essenciais/>>. Acesso em: 20 fev. 2024.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S.. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 17, n. 1, p. 35–50, 2011.

LEITE, Izabela et al. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água em uma lagoa do IFMG - campus Bambuí**. II Seminário dos Estudantes de Pós-graduação. São João Evangelista (MG), 2016.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3004346/mod\\_resource/content/1/JC%20LIBANEO%20Didatica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3004346/mod_resource/content/1/JC%20LIBANEO%20Didatica.pdf)>. Acesso em: 19, agosto, 2024.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e recriando a prática**. 2.ed. Salvador- BA, 2005. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/223094/mod\\_resource/content/1/Avaliacao\\_da\\_Aprendizagem\\_na\\_escola\\_Luckesi.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/223094/mod_resource/content/1/Avaliacao_da_Aprendizagem_na_escola_Luckesi.pdf). Acesso em: 06 set. 2024.

MAYER, Richard E. **Aprendizagem multimídia**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MARTINS, F. S., Antunes, S.C. Qualidade ecológica de ecossistemas aquáticos, **Rev. Ciência Elem.**, V7(2):037, 2019.

MOSER, Anderson; KATAOKA, Adriana; SURIANI AFFONSO, Ana. **Guia prático para estudos de macroinvertebrados aquáticos da região de Guarapuava-PR**, 2020.

NETO, Antonio Freitas; LOUBET, Sara; ALBUQUERQUE, Leonardo Martinez. O Uso da impressora 3D no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, v. 10, n. 2, p. 14-14, 2021.

OLIVEIRA, Paula Dias Freitas de; VICTER, Eline das Flores. **Relato de experiência: o uso da realidade virtual e da realidade aumentada em sala de aula**. In: Congresso Nacional de Educação (CONEDU), 2023, [Rio de Janeiro - RJ]. Anais.[ISSN: 2358-8829], 2023. p. 1-12. Disponível em:

[https://mail.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV185\\_MD1\\_ID22214\\_TB7528\\_24102023144548.pdf](https://mail.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD1_ID22214_TB7528_24102023144548.pdf). Acesso em: 2 set. 2024.

ONU, BRASIL. **Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília (DF), 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 22 fev. 2024.

PÉREZ, G. R. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia** (Guia para o estudo de macroinvertebrados aquáticos do Departamento de Antioquia). Universidad de Antioquia, 1996.

PESSOA, Ana Cláudia Gonçalves. Sequência didática. **Glossário Ceale de termos de Alfabetização, leitura e escrita par educadores**. Belo Horizonte, CEALE/Faculdade de Educação da UFMG, 2014.

PINTO, Leonardo Carlos de Oliveira. **Uso de jogos sobre macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água no Ensino de Biologia**. 2023.

PORTO, Thomás Monteiro Sobrino. **Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil**, Rio de Janeiro/ PORTO, T. M. S. – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2016.

PRESTES, Rosi Maria; VINCENCI, Kelin Luiza. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental/Bioindicators as environmental impact assessment. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

QCONCURSOS. Questões: Macroinvertebrados bentônicos, VUNESP - 2020 (Prefeitura de Ilha Bela - SP). Disponível em: <<https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/09c2c31f-04>>. Acesso em: 17, agosto, 2024.

RODRIGUES, Geraldo Stachetti. **Ferramentas de avaliação de impactos ambientais e indicadores de sustentabilidade na Embrapa** / Geraldo Stachetti Rodrigues, Sergio Corrêa Pimenta e Camila Rodrigues Alves Casarini. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016.

ROHRER, Cleber Vanderlei; OLIVEIRA, Cesar Augusto Alencar. A utilização dos recursos audiovisuais em sala de aula. **Revista Ibirapuera**, São Paulo, n. 14, p. 46-50, jul./dez. 2017. ISSN 2179-6998.

SAMPAIO, F. A. C.; SANTOS, L. A. S. A.; SILVA, T. M.; MACHADO, C. N. OS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS VÃO ÀS ESCOLAS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 5, n. 2, 2023. DOI: 10.5335/rbecm.v5i2.12757. Disponível em:

<https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12757>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SED, Secretária de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul. Na EE Zumbi dos Palmares, dinâmica da "torta na cara" é realizada para a verificação da aprendizagem da Língua Portuguesa. Sed/MS, 26 maio 2023. Disponível em: <https://www.sed.ms.gov.br/na-ee-zumbi-dos-palmares-dinamica>. Acesso em: 01 set. 2024.

SETI3D. O que é um fatiador?. **Sethi3D**, 15 jan. 2023. Disponível em: <https://www.sethi.com.br/blog/o-que-e-um-fatiador/>. Acesso em: 01 set. 2024

SILVA, Kelves Willames dos Santos; EVERTON, Nafitalino dos Santos e MELO, Mauro André Damasceno de. Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude** [online]. 2016, vol.7, n.3, pp.13-22. ISSN 2176-6215. <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232016000300002>.

SILVA, Karen Caroline Nascimento Rodrigues da; VICTER, Eline das Flores. **O uso de materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem**. Pôster apresentado no XII Encontro Nacional de Educação Matemática, São Paulo, SP, 13 a 16 jul. 2016. ISSN 2178-034X.

SILVEIRA, Mariana Pinheiro. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. 2004.

SOUSA, Ricleide Gomes de. Cultura Maker na educação: **Produção de modelos didáticos do filo Echinodermata como ferramenta para o ensino de biologia**. 2024. Dissertação – [Instituto Federal da Paraíba] , [Princesa Isabel - PB], 2024.

TELES, Herlânia F. et al. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 15, n. 1, 2, 3, 2013.



VECTA.IO. **Stonefly larva.** Vecta, [s.d.]. Disponível em: <https://vecta.io/symbols/291/fauna-insects-arachnids/45/stonefly-larva>. Acesso em: 01 set. 2024.


VYGOTSKY, Lev. **A formação social da mente.** Trad. [Monica Stahel M. da Silva]. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WALLACE, J. Bruce; WEBSTER, Jackson R. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function (O papel dos macroinvertebrados na função do ecossistema fluvial). **Annual review of entomology**, v. 41, n. 1, p. 115-139, 1996.

WWF BRASIL. 22 de março, Dia Mundial da Água. **World Wildlife Fund Brasil**, 2016. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?51682/22-de-marco-Dia-Mundial-da-gua>. Acesso em: 20 fev 2024.

YIN, Robert. **Case study research: design and methods (Pesquisa de estudo de caso: design e métodos)**. 2. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 1994.

3DLAB. **PLA: tudo o que você precisa saber sobre o filamento PLA**, 2022. Disponível em: <https://3dlab.com.br/pla-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-filamento-pla/>. Acesso em: 2 set. 2024.

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus Princesa Isabel - Código INEP: 25282930
	Br 426, S/N, Zona Rural / Sítio Barro Vermelho, CEP 58755-000, Princesa Isabel (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0007-60 - Telefone: (83) 3065.4901

## Documento Digitalizado Restrito

### Entrega de TCC

<b>Assunto:</b>	Entrega de TCC
<b>Assinado por:</b>	Amanda Morais
<b>Tipo do Documento:</b>	Projeto
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Restrito
<b>Hipótese Legal:</b>	Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
<b>Tipo da Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Amanda Crispim Morais, ALUNO (202014020029) DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CAMPUS PRINCESA ISABEL**, em 11/11/2024 13:40:32.

Este documento foi armazenado no SUAP em 11/11/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1307321

Código de Autenticação: d6e5e397ff

