

# INDÍCIOS DE PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA SOBRE OS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS E O SEU USO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Patricia Almeida Sacramento<sup>1</sup>

Norma Barbado<sup>2</sup>

Patrícia Pereira Gomes<sup>3</sup>

**Resumo:** Este estudo teve como objetivo analisar a percepção dos professores de Ciências e Biologia sobre os macroinvertebrados bentônicos, e o seu potencial uso em atividades escolares. Um questionário foi formulado por meio da plataforma *Google Forms* contendo questões e um vídeo de sensibilização. Após os professores assistirem ao vídeo, foi possível notar nos mesmos indícios de percepção sobre a importância desses organismos como bioindicadores da qualidade dos recursos hídricos. A maioria dos professores se mostraram favoráveis a inserção de atividades práticas utilizando esses organismos, já que estas podem contribuir com a popularização da ciência e da formação de estudantes mais conscientes com o ambiente em que vivem.

**Palavras-chave:** Sensibilização; Popularização da Ciência; Riachos.

**Abstract:** This study aimed to analyze the perception of teachers of Science and Biology about benthic macroinvertebrates, and their potential use in school activities. A questionnaire was formulated through platform *Google Forms* containing questions and an awareness video. After the teachers watched the video, it was possible to notice in the same signs of perception about the importance of these organisms as bioindicators of the quality of water resources. Most teachers were favorable to the insertion of practical activities using these organisms since they can contribute to the science popularization and the student's formation who are more aware of the environment in which they live.

**Keywords:** Awareness; Science Popularization; Streams.

---

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá. E-mail: pasacramento@gmail.com.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6207995340594605>

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná. E-mail: norma.barbado@ifpr.edu.br.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8503890458095202>

<sup>3</sup> Instituto Federal de Minas Gerais. E-mail: patricia.gomes@ifpr.edu.br.

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2586311599614035>

## Introdução

Uma das primeiras menções sobre Educação Ambiental (EA) no Brasil consta na Constituição Federal de 1988, inciso VI do Art. nº 225: “promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988). Após uma década, foi instituída a Política Nacional de Educação Ambiental por meio da Lei Federal Nº 9.795 de 1999, e no seu Art. 1º, descreve que a EA se constitui em processos em que o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum a todos e essencial à qualidade de vida e a sustentabilidade (BRASIL, 1999). Nessa mesma lei, são pautados os princípios básicos e objetivos fundamentais da EA. Já no âmbito estadual paranaense, foi instituída a Lei Estadual Nº 17.505 de 2013, em que a EA é definida como,

processos contínuos e permanentes de aprendizagem, em todos os níveis e modalidades de ensino, em caráter formal e não-formal, por meio dos quais o indivíduo e a coletividade, de forma participativa, **constroem, compartilham e privilegiam** saberes, conceitos, valores socioculturais, atitudes, práticas, experiências e conhecimentos voltados ao exercício de uma cidadania comprometida com **a preservação, conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida, para todas as espécies** (PARANÁ, 2013).

Além disso, a EA deve estar presente no âmbito escolar, inserida no Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola. Esse documento orienta a organização das atividades educativas necessárias ao processo de ensino e aprendizagem para a formação de cidadãos conscientes, responsáveis, críticos, e que sejam capazes de atuar na sociedade de modo a transformar sua própria realidade bem como a do coletivo (PARANÁ, 2020).

Ao longo do tempo, a EA passou por distintas transformações e, atualmente, existem três macrotendências: conservacionista, pragmática e crítica (LAYRARGUES; LIMA, 2014). A macrotendência conservacionista é expressa com base em princípios ecológicos, orientada de forma a despertar a sensibilidade humana e sua relação com a natureza, tendo o viés de não incorporar as dimensões sociais, políticas e culturais. A macrotendência pragmática, derivada da conservacionista, também é comportamentalista, individualista, não incorpora na questão ambiental as dimensões sociais, mas insere o capitalismo de mercado (exemplo: produção e consumo pós-guerra). A macrotendência crítica seria uma alternativa às anteriores, já que ela incorpora na questão ambiental as dimensões políticas, sociais e culturais, enfatizando que estas são indissociáveis e que seu

reduccionismo não promoveria uma nova forma de EA (LAYRARGUES; LIMA, 2014).

Embora exista legislação que fundamente a importância da EA nas mais distintas esferas administrativas, a questão ambiental vem sendo tratada mais como um conselho prático, denunciando os problemas ambientais decorrentes dos padrões de consumo da espécie humana e apresentando o que não se deve fazer (CHARLOT, 2020), uma das características da macrotendência pragmática. Por exemplo, muitos trabalhos de EA são voltados para a gestão dos resíduos sólidos (SILVA; JESUÍNO, 2020; SILVA *et al.*, 2020; SOUZA; ASSIS, 2020). E, evidentemente, gerir esses resíduos é de extrema importância, sendo legalmente reconhecido pela Lei Federal N° 12.305/2010, conhecida por Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). É necessário, no entanto, o desenvolvimento de uma educação mais crítica, aquela em que a EA esteja inserida na formação do indivíduo e seja pautada na sua relação com o planeta (CHARLOT, 2020). É preciso uma transformação da atual sociedade de consumo, que explora indefinidamente os recursos naturais, em uma sociedade que altere seus padrões de consumo por entender sua própria relação com o ambiente (SILVA; GÓMES, 2010; CAMARGO; VELHO, 2012; CHARLOT, 2020).

Um dos recursos ambientais mais explorados pela humanidade são os ecossistemas aquáticos, possivelmente, em razão dos benefícios advindos dos seus serviços ecossistêmicos. Os serviços ecossistêmicos podem ser definidos como aspectos dos ecossistemas (processos e funções), utilizados (direta ou indiretamente), para produzir bem-estar humano (FISHER *et al.*, 2009). Muitos serviços ecossistêmicos advindos da água são utilizados pelas sociedades humanas, tais como o seu uso na produção de alimentos, abastecimento público, geração de hidroelectricidade e desenvolvimento industrial (TUNDISI, 2013). Nesse sentido, o Brasil é um país privilegiado por deter 14% da água doce do planeta Terra, e embora exista legislação ambiental quanto aos diferentes usos e padrões de qualidade da água, esse importante recurso tem sido impactado pelo mau gerenciamento em função da falta de estratégia, diagnóstico e gestão ambiental (BICUDO; TUNDISI; SCHEUENSTUHL, 2010).

A intervenção humana nos ecossistemas tem ocasionado diversos desequilíbrios ambientais, destacando-se a remoção da vegetação natural e a substituição por áreas de pastagens, agricultura e urbanização (WOODWARD *et al.*, 2012; BOËCHAT *et al.*, 2013; NORDBORG *et al.*, 2014; TATSUMI; YAMASHIKI, 2015). Essas alterações no uso do solo levam à degradação da qualidade da água e impõem condições limitantes à sobrevivência de organismos mais sensíveis (KAMP *et al.*, 2013; MARINHO *et al.*, 2014), levando à redução na riqueza de espécies e à perda de funções ecossistêmicas (FLYNN *et al.*, 2009). Isso pode ser observado para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, que apresenta sua riqueza significativamente reduzida quando se comparam ecossistemas perturbados pela ação humana e aqueles com maior estado de conservação (COUCEIRO *et al.*, 2011). Castro *et al.* (2017) também constataram

que o uso do solo influencia as assembleias de macroinvertebrados devido à alteração na cobertura vegetal, qualidade da água, vazão e hidromorfologia do sistema aquático. Além disso, ecossistemas de riachos que tiveram seu leito alterado, vegetação ciliar suprimida, ou que receberam despejo de efluentes domésticos e industriais, apresentam alteração da diversidade dos macroinvertebrados aquáticos, sendo possível observar maior abundância daqueles que são tolerantes e resistentes a esses impactos (CZERNIAWSKI *et al.*, 2020; PERALTA *et al.*, 2020).

A fauna de macroinvertebrados bentônicos envolve numerosos táxons, os quais constituem um elo importante no fluxo de energia em ecossistemas aquáticos (BAGATINI; DELARIVA; HIGUTTI, 2012). Esses seres vivos têm sido comumente utilizados por serem sensíveis à poluição e às mudanças em seu habitat, sendo por isso sugeridos como indicadores da qualidade de água (RESH; JACKSON, 1993). Diversos fatores favorecem a utilização desses organismos no monitoramento da qualidade da água e de alterações do habitat, tais como: ciclos de vida suficientemente longos, tamanho relativamente grande, fácil amostragem, custo relativamente baixo e alta diversidade de espécies, fornecendo um amplo espectro do grau de contaminação de recursos hídricos (LENAT; BARBOUR, 1994; ALBA-TERCEDOR, 1996; CALLISTO *et al.*, 2001). Além disso, os macroinvertebrados bentônicos podem ter diferentes graus de tolerância à poluição aquática, variando desde espécies de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), organismos típicos de ambientes com boa qualidade de água, a espécies de Diptera (e.i. Chironomidae, Ceratopogonidae) e Oligochaeta, que são tolerantes à poluição (Callisto *et al.*, 2001). Dessa forma, por meio do conhecimento da fauna, é possível identificar a condição ambiental de um ecossistema lótico, utilizando a métrica EPT/Chironomidae, que caracteriza a proporção entre organismos sensíveis e tolerantes à poluição (COUCEIRO *et al.*, 2011).

O conhecimento acerca da macrofauna bentônica em riachos pode ser veiculado para a comunidade escolar de distintas maneiras, utilizando-se por exemplo a ludicidade. Esse recurso diversificado corrobora para a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), pois a vontade de aprender pode partir do educando, embora o educador, tenha a responsabilidade de direcionar e oportunizar o aprendizado (LEMOS, 2011).

No entanto, para que atividades lúdicas possam ocorrer, é necessário que os professores da rede de ensino tenham percepção sobre quem são esses organismos, em uma perspectiva abrangente, conforme a teoria perceptiva de Peirce (1958) que associa a percepção ao pensamento. Assim, a percepção docente é permeada, também, pelo contexto em que este está inserido, podendo ser baseada em experiências anteriores, influências externas ou pensamentos elaborados em sua mente (PAULUS; FRANK, 2003).

Assim, diante da importância dos recursos hídricos para a qualidade de vida de todos os seres vivos, incluindo de organismos bioindicadores como os

macroinvertebrados bentônicos, o presente estudo teve como objetivo principal analisar a percepção dos professores de Ciências e Biologia sobre esses organismos aquáticos, e o seu potencial uso em atividades escolares.

## Metodologia

### Coleta de dados

Para identificar a percepção dos professores de Ciências e Biologia das redes estaduais de educação de diferentes unidades federativas, sobre a importância dos macroinvertebrados bentônicos e seu potencial uso em atividades escolares, foi elaborado um questionário utilizando o aplicativo Formulário do Google (*Google Forms*) (Quadro 1)<sup>4</sup>. Esse vídeo faz parte do Projeto Rios, da Universidade do Porto, disponibilizado em outubro de 2020. No vídeo são apresentados os principais representantes dos macroinvertebrados bentônicos; sua utilização como bioindicadores da qualidade de água; e atividades práticas com os estudantes em pequenos corpos de água, mostrando as ferramentas necessárias para a coleta, e como são realizadas a triagem e a identificação desses organismos (Quadro 1).

**Quadro 1:** Perguntas utilizadas no questionário disponibilizado para os professores e as respectivas categorias para cada pergunta.

Perguntas propostas	Categoria
1. Em que município e estado você atua como professor de Ciências e Biologia?	Identificação quanto à localidade
2. Você já ouviu falar sobre os termos "macroinvertebrados aquáticos ou macroinvertebrados bentônicos"? De acordo com a sua percepção, descreva em três palavras diferentes (palavras-chave), a importância dos macroinvertebrados aquáticos. Lembre-se: utilize apenas a sua percepção para citar as três palavras.	Diagnóstico inicial sobre os macroinvertebrados aquáticos
3. Após assistir ao vídeo (disponibilizado na plataforma), que explica um pouco sobre os macroinvertebrados aquáticos, descreva em três palavras diferentes (palavras-chave), a importância desses organismos para você agora.	Diagnóstico após o vídeo sobre os macroinvertebrados aquáticos
4. Após o vídeo, você proporia aos estudantes do Ensino Fundamental e Médio, atividades investigando esses organismos nos recursos hídricos de sua cidade?	Possibilidade de implantação de ferramentas de EA sobre a importância dos macroinvertebrados aquáticos.
5. Justifique a sua resposta baseada na questão anterior.	Contextualização da temática proposta com a EA.

Fonte: Autoria própria.

<sup>4</sup> O vídeo disponibilizado no formulário pode ser encontrado no seguinte link: <https://www.youtube.com/watch?v=nGuX8bEn1rQ&list=LL&index=9&t=19s>

Posteriormente, o formulário foi compartilhado para os professores de Ciências e Biologia da Educação Básica, exclusivamente por meio de redes sociais, devido às medidas protetivas para o controle da disseminação do coronavírus SARS-CoV-2. Em função dessas medidas, o critério utilizado para a seleção dos participantes foi a adesão dos professores de Ciências e Biologia em participar do trabalho. O período de aplicação do questionário ocorreu entre os dias 26 de janeiro e 26 de fevereiro de 2021.

### **Análise de dados**

Os dados coletados do questionário foram analisados de forma quantitativa (respostas das questões 1 e 4), avaliando a frequência das respostas por meio de porcentagens, e qualitativa (respostas das questões 2 e 3).

Para a exploração dos dados qualitativos, todas as palavras-chave utilizadas pelos professores participantes foram analisadas por meio do aplicativo gratuito WordClouds, disponível em: <https://www.wordclouds.com/>. Este aplicativo insere todas as palavras-chave utilizadas como uma nuvem de palavras organizadas hierarquicamente, conforme a frequência em que estas aparecem em uma lista. Palavras descritas com letras maiores denotam aquelas que foram mais utilizadas pelos participantes, enquanto aquelas com letras de menor tamanho se referem às que foram menos utilizadas no questionário respondido. O intuito desta análise foi avaliar de forma visual as nuvens de palavras para as perguntas 2 e 3, de modo a identificar a percepção dos participantes antes e após assistirem o vídeo disponibilizado sobre os macroinvertebrados bentônicos, e se houve mudanças nas palavras utilizadas nestes dois momentos.

A questão 5 foi avaliada, de forma qualitativa, para cada participante do estudo sendo as respostas dos professores cuidadosamente analisadas.

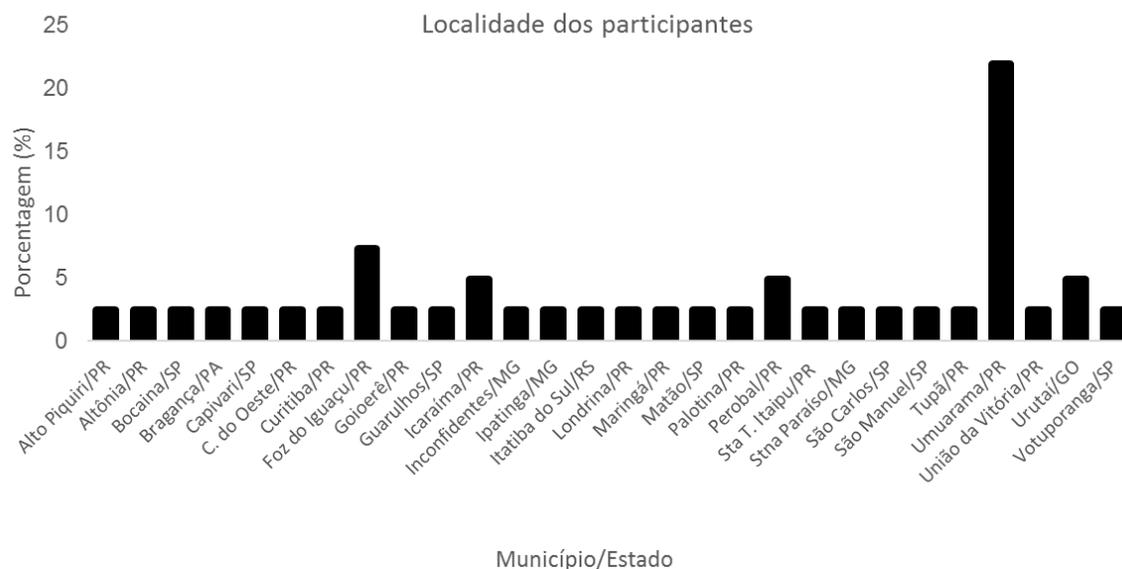
Os dados foram tabulados e analisados graficamente no *Microsoft Excel*® (2013).

### **Resultados e Discussão**

Os resultados e a respectiva discussão foram descritos conforme a categoria estabelecida para cada pergunta do questionário (Quadro 1).

#### **Identificação quanto à localidade**

O questionário foi respondido por 42 professores da Educação Básica que lecionam as disciplinas Ciências e/ou Biologia. Embora a participação tenha sido relativamente pequena, foi possível observar a participação de professores de distintos estados brasileiros, do Rio Grande do Sul (Itatiba do Sul) ao Pará (Bragança) (Figura 1).



**Figura 1:** Localidade dos participantes do questionário quanto a frequência de ocorrência. C. do Oeste: Cruzeiro do Oeste; Sta T. Itaipu: Santa Terezinha de Itaipu; Stna Paraíso: Santana do Paraíso. **Fonte:** Autoria própria.

Observou-se uma maior representatividade de professores de Ciências e/ou Biologia no município de Umuarama – Paraná (Figura 1). Considerando que o estudo foi conduzido por uma estudante do Instituto Federal do Paraná, campus Umuarama, essa maior frequência possivelmente tenha sido resultante disso.

A baixa frequência de participação pode ter sido em decorrência do excesso de atividades *online* durante o ensino remoto emergencial devido à pandemia por coronavírus SARS-CoV-2. Os professores tiveram que se adaptar a lecionar em suas próprias residências, por meio do ensino remoto, e atender a uma demanda elevada com carga horária de ensino, além do atendimento virtual aos estudantes e pais (ou responsáveis) (SARAIVA; TRAVERSINI; LOCKMANN, 2020; RONDINI; PEDRO; DUARTE, 2020).

### **Diagnóstico Inicial e após o vídeo sobre os macroinvertebrados aquáticos**

Foi possível observar que os termos “macroinvertebrados bentônicos” ou “macroinvertebrados aquáticos”, e a sua importância foram percebidos pela maioria dos professores no diagnóstico inicial (Figura 2A). As palavras que apareceram com mais frequência foram aquelas apresentadas com letras maiores, com destaque para: bioindicadores, alimentar, água, cadeia, ambientais, qualidade, biodiversidade, equilíbrio, ecológico e ecossistema. As palavras mencionadas estão associadas com os macroinvertebrados bentônicos. Esses organismos são considerados como bioindicadores da qualidade dos recursos hídricos, especialmente de riachos, por apresentarem diferentes graus de sensibilidade quanto à poluição aquática (RESH; JACKSON, 1993; FRANÇA;



“ambientais” (Figura 2A) e “ambiental” (Figura 2B), não diferiram entre as percepções prévia e posterior. Outras palavras-chave diminuíram em frequência após o os participantes terem assistido ao vídeo, tais como “ecológico”, “alimentar”, “cadeia”, “biodiversidade”, enquanto outras aumentaram como “qualidade”, “poluição”, “preservação” e “indicadores”. Além disso, palavras-chave como “identificação” e “sustentabilidade” só surgiram após o vídeo. Embora todas essas palavras-chave tenham associação com os macroinvertebrados bentônicos, aquelas que aumentaram em frequência e surgiram após a visualização do vídeo estão mais alinhadas com o papel desses organismos como bioindicadores da qualidade de recursos hídricos.

**Tabela 1:** Palavras-chave utilizadas pelos professores participantes da pesquisa em dois momentos: antes da visualização do vídeo e após a visualização.

Palavras-chave pré-visualização do vídeo		Palavras-chave pós-visualização do vídeo	
Palavras	Frequência	Palavras	Frequência
Água	13	Adaptação	1
Alimentar	17	Agentes	1
Alimento	4	Água	21
Ambientais	5	Alimentar	4
Ambientes	1	Alterado	1
Animais	2	Ambientais	7
Aquáticos	5	Ambiente	3
Biodiversidade	6	Biodiversidade	2
Bioindicadores	17	Bioindicadores	28
Biológicos	1	Biológico	1
Biomonitoramento	1	Biomonitoramento	1
Cadeia	14	Boa	1
Ciclagem	4	Cadeia	4
Ciclo	1	Comunidade	1
Consumo	1	Conservação	2
Controle	1	Consumidores	1
Decompositores	2	Danos	1
Desconhecimento	2	Decompositores	1
Diversidade	2	Diversidade	1
Ecologia	1	Ecologia	2
Ecológica	5	Ecológico	2
Econômico	1	Ecossistema	2
Ecossistema	5	Ecossistêmico	1
Energético	1	Equilíbrio	5
Energia	2	Espécies	2

*Continua...*

...continuação.

Palavras-chave pré-visualização do vídeo		Palavras-chave pós-visualização do vídeo	
Palavras	Frequência	Palavras	Frequência
Equilibram	1	Estudo	1
Equilíbrio	7	Eutrofização	1
Espécie	1	Exemplo	1
Filtradores	1	Flora	1
Fluxo	2	Hídrica	1
Fonte	1	Identificação	2
Frutos	1	Importante	1
Gastrópodes	1	Indicadores	6
Impactos	1	Informam	1
Indicadores	3	Liberação	1
Interesse	1	Meio	1
Larvas	1	Monitoramento	1
Maior	2	Nocivos	1
Mar	1	Nutrientes	1
Matéria	1	Pesquisa	1
Metamorfose	1	Planeta	1
Monitoramento	1	Poluição	4
Mosquito	1	Preservação	8
Nicho	1	Primários	1
Nutrientes	2	Pureza	1
Organismos	1	Qualidade	25
Peixes	1	Renovação	1
Pequenos	1	Rios	2
Poluição	2	Riqueza	1
Potável	1	Saudável	1
Preservação	3	Secundários	1
Qualidade	12	Sensibilidade	1
Recurso	1	Sensíveis	1
Relações	1	Sistemas	1
Rio	2	Sustentabilidade	2
Saúde	1	Taxonomia	1
Sedimento	2	Temperatura	1
Sensibilidade	1	Tolerantes	1
Sistema	1	Vida	3
Teia	3		
Vida	1		

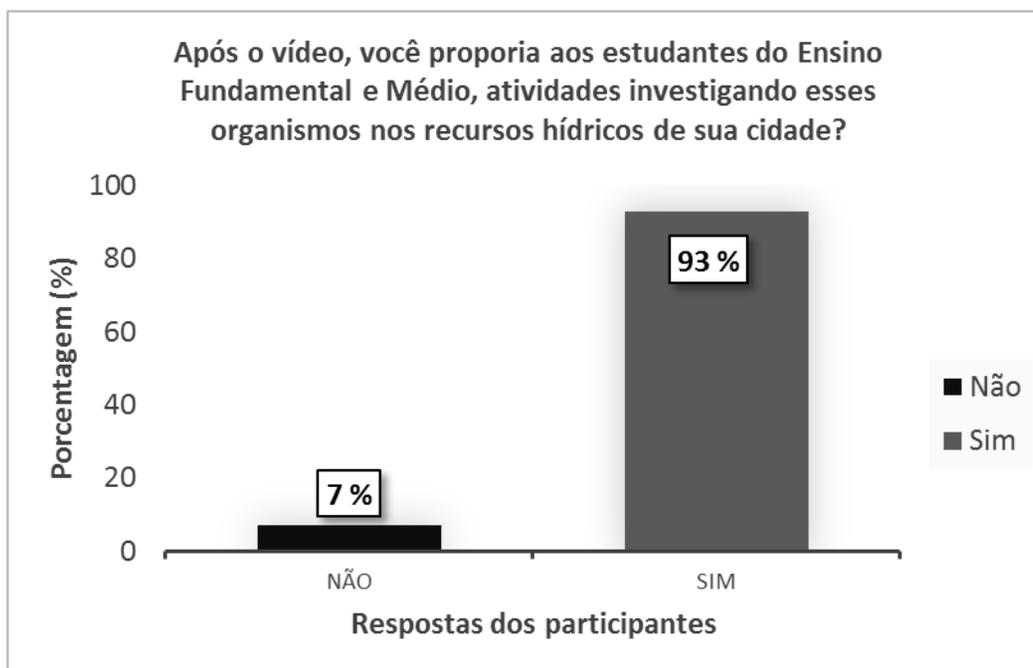
Fonte: Autoria própria.

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 6: 262-281, 2022.

revista brasileira  
de  
**educação**  
**ambiental**

### **Possibilidade de implantação de ferramentas de EA sobre a importância dos macroinvertebrados aquáticos**

No que se refere à quarta questão (Quadro 1), constatou-se que 93% dos participantes se mostraram favoráveis à possibilidade de investigação dos macroinvertebrados bentônicos em recursos hídricos de sua localidade (Figura 3).



**Figura 3:** Frequência de respostas positivas e negativas quanto à possibilidade de investigação dos macroinvertebrados aquáticos em recursos hídricos com os estudantes.

**Fonte:** Autoria própria.

Esse resultado mostra, por exemplo, que os professores estão dispostos à realização de atividades práticas que complementem a teoria apresentada em sala de aula. Neste caso, o processo de aprendizagem não estaria mais limitado somente à sala de aula, e sabe-se que as atividades de campo são importantes para que os estudantes construam o conhecimento a partir de experiências vivenciadas (FREIRE, 1996; FERNANDES; SILVA; ARAÚJO, 2020). É, portanto, fundamental o entendimento de que as mudanças da sociedade contemporânea exigem um novo perfil docente com a necessidade de investigação de novos caminhos e metodologias de ensino que promovam a motivação e autonomia dos estudantes (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

## Contextualização da temática proposta com a EA

Foi possível constatar que a maioria das respostas dos professores foi favorável à possível realização de atividades práticas com os macroinvertebrados bentônicos em ambientes aquáticos, o que poderia contribuir para a consolidação da EA sobre a importância da preservação dos corpos de água (Quadro 2).

**Quadro 2:** Lista de respostas referentes a questão 5 para os 42 professores participantes da pesquisa.

Professor	Justificativa dos professores para inserção de atividades práticas sobre os macroinvertebrados aquáticos na Educação Básica
<b>Respostas favoráveis</b>	
1	“A partir de uma atividade prática, relativamente simples, os estudantes podem ficar mais motivados a preservar os mananciais. Além disso, os jovens são multiplicadores de ideias e conhecimento.”
3	“Muitos alunos não conhecem esses microrganismos e sua função ecológica.”
4	“Sim, pois a sugestão é bem simples e acessível.”
5	“Eu focaria na bioturbação e principalmente no poder que esses organismos possuem para indicarem impactos ambientais.”
6	“Por serem poucos conhecidos e de grande importância para a qualidade da água de rios e lagos que muitas vezes são consumidas pela população, inclusive dos estudantes em questão.”
7	“Devido à grande importância dos micros e macro invertebrados como bioindicadores de qualidade da água, em momento oportuno iria propor uma coleta destes animais e posteriormente analisá-los com o intuito de analisar a provável qualidade da água da coleta. Por demandar de um tempo significativo, esta proposta seria ofertada provavelmente em um turno diferente do horário de aula para não interferir nas outras aulas e no cronograma de aula. A análise da coleta poderia ser feita em horário de aula normal, juntamente com a discussão dos resultados.”
8	“Vídeo muito didático e estimulador.”
9	“Conteúdo importante para a preservação dos rios e qualidade da água.”
10	“Sim, é muito interessante propor essa atividade, porém eu teria que estudar mais sobre o assunto, mas seria uma oportunidade de analisarmos a qualidade de alguns rios que estão próximos de nossa cidade.”
11	“Um assunto muito relevante para a preservação do meio ambiente.”
12	“Interferência do homem na qualidade de vida no planeta.”
13	“Sim, pois mostraria uma forma de como aquele rio ou lago está preservado ou já teve algum impacto humano.”
14	“Qualidade da água.”
15	“Oportunidade de aprender um tema bastante interessante através do ensino por investigação.”
16	“Importante de usarmos metodologias ativas que o aluno seja protagonista do seu próprio processo de aprendizagem.”

*Continua...*

...continuação.

Professor	Justificativa dos professores para inserção de atividades práticas sobre os macroinvertebrados aquáticos na Educação Básica
<b>Respostas favoráveis</b>	
18	“Por se tratar de uma prática simples e que pode desencadear discussões bastante amplas.”
19	“Avaliar a condição de diferentes cursos de água e propôs soluções.”
21	“Acho importante se conhecer a fauna e a flora da região que vive.”
22	“A busca de conhecimento através de atividades práticas, pesquisas e investigação, instigam os alunos a saberem mais do que será estudado.”
23	“Sim. Inclusive, já proporcionei aos estudantes algumas experiências práticas utilizando os macroinvertebrados bentônicos. Isso porque, estes organismos e sua importância ecológica para o ambiente são, quase a totalidade, desconhecidos pela comunidade em geral. Além disso, esse tema proporciona ao Professor aliar a teoria com a prática abrindo possibilidade de discussão de vários temas (bioindicadores, qualidade de água, poluição ambiental e seus efeitos, importância da vegetação ripária, decompositores de matéria orgânica, táxons, entre outros).”
24	“Sim, seria um projeto que traria aos alunos noções importantes sobre preservação ambiental.”
25	“Legal pra cassete.”
26	“São visíveis a olho nu o que torna a coleta e triagem mais fáceis.”
27	“Acho importante mostrarmos para os alunos que as ações antrópicas têm impacto não apenas aos seres humanos, mas para diversas outras. Bem como apresentar a eles esse grupo de animais que é negligenciado nos livros do Ensino Médio.”
28	“Estudos envolvendo atividades prática estimulam o interesse, permitindo que o aluno passa efetivamente participar, externar suas ideias de senso comum e começar a compreender conceitos científicos.”
29	“Temos uma abundância de rios e lago na região, o que facilita conhecer mais dessa diversidade.”
30	“Acho fundamental para os alunos, em todos os níveis de ensino, conhecerem a diversidade dos macroinvertebrados aquáticos, sua importância no equilíbrio dos ecossistemas e como bioindicadores.”
31	“É uma ótima ferramenta para Educação Ambiental.”
32	“Porque é importante despertar nos alunos a importância dos seres vivos no planeta independentemente de seu tamanho, origem e habitat.”
33	“A minha escola tem um projeto de limpeza de um córrego que corta o bairro. Córrego Brasília.”
34	“Eu proporia para que eles pudessem compreender que esses organismos são indicadores da qualidade e temperatura das águas.”
35	“São essenciais para o equilíbrio.”
36	“Tendo em vista a importância ambiental dos macroinvertebrados e a relação com a qualidade da água, esse conteúdo é uma maneira de contextualizar o ensino de zoologia de invertebrados.”
37	“Achei o vídeo muito interessante e uma chave de identificação simples ajudaria no trabalho.”

Continua...

...continuação.

Professor	Justificativa dos professores para inserção de atividades práticas sobre os macroinvertebrados aquáticos na Educação Básica
<b>Respostas favoráveis</b>	
39	“Tornar o conteúdo mais próximo da realidade dos estudantes. Parabéns pelo tema do TCC.”
40	“Para que possam entender a importância de se usar metodologia científica.”
41	“Propor aos alunos pesquisa em algum rio de proximidade da sua casa, onde poderiam fazer identificação desses macro invertebrados assim sabendo a qualidade daquele rio, verificando se a lixo nas proximidades (realizando a coleta do que é possível ou acionando um órgão responsável para retirada dos mesmos se houver móveis ou outros tipos de lixo), se há a presença de mata ciliar em torno do rio estudado! Obs. Mas que isso seja possível tem que haver os materiais disponíveis para os alunos fazer essa observação no rio!”
42	“Eu proporia aos estudantes do Ensino Fundamental e Médio, atividades investigando esses organismos nos recursos hídricos de minha cidade haja visto que reforçaria os estudos que já divulgo que indicam a presença de metais pesados e microrganismos resistentes a antimicrobianos em nossos riberões e demonstram a contaminação da água pela indústria local.”
<b>Respostas desfavoráveis</b>	
2	“Apesar da falta de apoio e impossibilidade de efetivar tal projeto! As atividades seriam úteis em diversos temas relacionados a ecologia, como cadeia alimentar, equilíbrio ecológico e problemas ambientais.”
17	“Devido o grande número de alunos em uma sala de uma escola pública.”
20	“Dificuldades burocráticas para realizar pesquisas com os alunos da escola pública, nenhum incentivo do estado, falta de interesse dos próprios alunos.”
38	“Atividade dispendiosa de tempo, proporia como projeto de pesquisa na qual teria mais tempo e menos alunos.”

**Fonte:** Autoria própria.

Foi possível observar que apenas dois professores já haviam realizado atividades práticas semelhantes à apresentada no vídeo utilizado no presente estudo: um professor (nº 23) que já realizou atividades práticas com os estudantes utilizando os macroinvertebrados aquáticos e outro (nº 33) que descreveu brevemente sobre um projeto na escola em que trabalha, referente a limpeza de um córrego urbano (Quadro 2). Nota-se que projetos como o mencionado, que são integradores, possibilitam a articulação de competências e de práticas pedagógicas inovadoras, possuindo uma dupla função na ação educativa (CABRAL *et al.*, 2020; SANTOS; LEAL, 2020). Projetos de extensão da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), do laboratório de Ecologia de Bentos, oferecem aos adultos, entre professores e membros de comitês de sub-bacias, cursos de treinamento para práticas em laboratório e campo, sobre o uso dos macroinvertebrados bentônicos para biomonitoramento dos recursos hídricos; para as crianças e adolescentes são realizadas visitas a escolas que

incluem exposição teórica, visualização da coleção itinerante, bem como a utilização de jogos (FRANÇA; CALLISTO, 2012).

As respostas nº 1, 7, 19, 29, 34, 41 e 42, apresentaram propostas de atividades práticas desencadeadas a partir deste estudo, e como elas poderiam ser realizadas, de que forma e com que intuito, mostrando que esses professores ficaram entusiasmados com o vídeo disponibilizado (Quadro 2). No vídeo é possível visualizar como coletar esses organismos em pequenos corpos hídricos, quais os materiais necessários para a realização da atividade prática e como identificá-los, de modo a simplificar a coleta e análise dos macroinvertebrados aquáticos. Estudo prévio em que foram realizadas atividades de campo na lagoa costeira Mãe-Bá-ES, utilizando-se de algas como bioindicadoras da qualidade da lagoa, sensibilizaram os estudantes que se sentiram motivados e despertaram o interesse pelo conhecimento científico (FERNANDES; SILVA; ARAÚJO, 2020). Outro exemplo é o projeto “Bicho d’água: conhecer para preservar”, iniciado em 2015 em Palotina – PR, que populariza a ciência por meio de informações obtidas em pesquisas científicas em recursos hídricos como rios e riachos (MORETTO *et al.*, 2018). O projeto mencionado leva os macroinvertebrados aquáticos encontrados nos riachos da região até as escolas para serem visualizados pelos estudantes, onde são realizadas ainda atividades lúdicas que contribuem para o fortalecimento do entendimento e compreensão sobre a preservação dos recursos hídricos (MORETTO *et al.*, 2018).

Observaram-se ainda algumas respostas negativas, como aquelas presentes nas respostas nº 2, 17, 20 e 38 (Quadro 2). Nestas, notou-se que existe uma problemática na realização de atividades em campo por diversas razões: elevado número de estudantes em sala de aula; falta de incentivo do estado; indisponibilidade de tempo; desinteresse dos estudantes; e a burocracia em levá-los para atividades externas às escolas. Quanto ao desinteresse dos estudantes, cabe destacar que a relação entre o professor e a turma pode diferir, podendo ser tanto positiva como negativa, e mesmo que os estudantes desmotivem o docente em suas aulas, é importante que este tenha inteligência emocional a fim de valorizar a sua prática docente e tornar a mesma efetiva na formação do estudante (ROSA; BEDIN, 2018). Para isso, é importante a utilização de metodologias ativas pelos docentes, já que estas proporcionam uma melhor assimilação no volume de conteúdo pelos estudantes, bem como um melhor entendimento do que foi exposto, possibilitando que o aprendizado seja mais satisfatório e prazeroso (BARBOSA; MOURA, 2013). Uma alternativa para a problemática apresentada seria, ao invés de ir a campo com os estudantes, utilizar a ludicidade para a sensibilização dos mesmos. Por exemplo, por meio da construção de um modelo ecopedagógico de um riacho, seria possível ressaltar a importância de conservar esses ecossistemas e os organismos que neles estão inseridos, popularizando a ciência de uma forma mais significativa (AQUARIPARIA, 2020). A ludicidade, nesse contexto, é uma possibilidade pedagógica e quando fortalecida por outros tipos de linguagem como a música, a arte e o desenho, tornam mais expressivos os conceitos a serem trabalhados

(RAU, 2013). Dentro da Educação Ambiental crítica, a ludicidade pode ser utilizada na construção do processo educativo ambiental, promovendo mudanças de valores e atitudes (BARBADO *et al.*, 2019).

## Conclusões

Este estudo analisou indícios de percepção de professores de Ciências e Biologia sobre a importância dos macroinvertebrados bentônicos (aquáticos). Embora a maioria dos professores tenham mostrado indícios de percepção sobre a importância e o papel desses organismos nos sistemas aquáticos, após a visualização do vídeo disponibilizado, foi possível notar uma melhor percepção por parte deles. Os professores participantes, em sua maioria, mostraram-se favoráveis a inserção de atividades práticas, em campo, bem como para a coleta e a identificação dos macroinvertebrados aquáticos em grandes grupos. Esse tipo de atividade proporcionaria aos estudantes uma vivência diferenciada e poderia despertar neles uma nova consciência sobre a proteção dos recursos hídricos, bem como uma aprendizagem mais significativa. Seria uma forma de integrar distintos conhecimentos aprendidos na teoria e de contribuir com a popularização da ciência. Todavia, alguns professores relataram dificuldades para a inserção de atividades práticas em campo. Uma sugestão para minimizar essa problemática seria a implementação de metodologias ativas como a utilização da ludicidade dentro da escola. Ela contribui para um aprendizado mais significativo e eficaz na vida dos educandos, tornando o conhecimento mais duradouro, visto que os métodos diversificados de ensino têm um poder transformador na vida do indivíduo.

Uma proposta futura, como continuidade desse estudo, é o desenvolvimento de um projeto de Educação Ambiental em caráter formal e não-formal, em parceria com distintas instituições, com atividades lúdicas utilizando os macroinvertebrados aquáticos e enfatizando seu papel como bioindicadores da qualidade dos recursos hídricos no município de Umuarama-PR. A ideia é levar para as escolas da rede pública exemplares coletados desses organismos nos riachos do município, bem como desenvolver atividades de pintura, de contação de histórias e jogos interativos, dependendo da faixa etária trabalhada. O intuito será o de inserir novas práticas pedagógicas, de sensibilizar e conscientizar os estudantes quanto à importância desses organismos aquáticos para que possam contribuir com a proteção dos recursos hídricos. Assim, o prognóstico dessas ações poderia popularizar a ciência e contribuir com um processo de Educação Ambiental de forma mais significativa no município.

## Agradecimentos

À banca examinadora do trabalho de conclusão de curso que possibilitou o título de licenciada em Ciências e Biologia.

## Referências

ALBA- TERCEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), **Almería**, v.2, p. 203-213. ISBN: 84- 784. 1996.

AQUARIPARIA – **Cuidando das nossas bacias hidrográficas**. Disponível em: <<http://aquariparia.org/>>. Acesso em 28 de julho de 2020.

BARBADO, N.; KOBREIN, J. C. P.; SANTOS, L. N.; CRUZ, P. A. G. Circuito de atividades como ferramenta auxiliar na formação do educador ambiental. **Revista eletrônica Ludus Scientiae (RELuS)**, v. 3, n. 1, p. 87-99, 2019.

BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

BOËCHAT, I. G.; PAIVA, A. B. M.; HILLE, S.; GÜCKER, B. Land-use effects on river habitat quality and sediment granulometry along a 4th-order tropical river. **Revista Ambiente e Água**, v. 8, n. 3, p. 54-64, 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>.

BRASIL. **Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm)>

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos; altera a Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato20072010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato20072010/2010/lei/l12305.htm)>.

CABRAL, S. N. **Trilhas da educação profissional: inovação e criatividade nas práticas pedagógicas do Senac Ceará**. Senac Ceará, 2020. 182 p.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CAMARGO, J. C.; VELHO, L. F. M. Reflexões sobre o consumo sustentável. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 29, p. 1-19, 2012.

CASTRO, D. M. P.; DOLÉDEC, S.; CALLISTO, M. Landscape variables influence taxonomic and trait composition of insect assemblages in Neotropical savanna streams. **Freshwater Biology**, v. 62, p. 1472-1486, 2017.

CHARLOT, B. A Educação Ambiental na sociedade contemporânea: bricolagem pedagógica ou projeto antropológico? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 10-19, 2020.

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 6: 262-281, 2022.

- COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N.; FORSBERG, B. R.; PIMENTEL, T. P.; LUZ, S. L. B. A macroinvertebrate multimetric index to evaluate the biological condition of streams in the Central Amazon region of Brazil. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 118-125. 2012.
- CZERNIAWSKI, R. SLUGOCKI, L.; KREPSKI, T.; WILCZAK, A.; PIETRZAK K. 2020. Spatial Changes in Invertebrate Structures as a Factor of a Strong Human Activity in the Bed and Catchment Area of a Small Urban Stream. **Water**, v. 12, 913. doi:10.3390/w12030913
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **UNIVATES**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.
- FERNANDES, V. O.; SILVA, L. P.; ARAÚJO, M. P. M. Sensibilização ambiental para alunos dos anos iniciais do ensino fundamental por meio da divulgação científica: desvelando os mistérios da lagoa Mãe-Bá. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 116-130, 2020.
- FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, p. 643-653, 2009.
- FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: experiências em Educação Ambiental e mobilização social. **Revista Extensão**, v. 2, n. 1, p. 197-206, 2012.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Editora Paz e Terra. 144 p.
- KAMP, K. V.; RIGGE, M.; TROELSTRUP, N.H.; SMART, A. J.; WYLIE, B. Detecting channel riparian vegetation response to best-management-practices implementation in ephemeral streams with the use of spot high-resolution visible imagery. **Rangeland Ecology and Management**, v. 66, n. 1, p. 63-70, 2013.
- LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.
- LEMOS, E. S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 1, p. 25-35, 2011.
- LENAT, D. R.; BARBOUR, M. T. Using benthic macroinvertebrate community structure for rapid, cost-effective, water quality monitoring: rapid bioassessment. In: VOEB, S. L.; SPACIE, A. (Eds). **Biological monitoring of aquatic systems**. Lewis Publishers, p. 187-215, 1994.
- MARINHO, J. F. U.; CORREIA, J.E.; MARCATO, A. C. C.; PEDRO-ESCHER, J.; FONTANETTI, C. S. Sugar cane vinasse in water bodies: Impact assessed by liver histopathology in tilapia. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 110, p. 239-245, 2014.

MOREIRA, M. A. O que é aprendizagem significativa. **Qurrriculum**, n. 25, p. 29-56, 2012.

MORETTO, Y.; ISAAC, A.; SILVA, S. R.; HEIN, G. S.; MARGATTO, L. M.; SANTOS, A. P. A.; LAVANHOLI, A. L.; SILVA, H. C. M.; OLIVEIRA, L. A.; ARAÚJO, M. C. S.; HAWERROTH, N. D.; OLIVEIRA, P. F.; PUJARRA, S.; MEURER, T. Bicho d'água: conhecer para preservar. **Revista Bioika**, edição 2, 2018.

NORDBORG, M.; CEDERBERG, C.; BERNDEN, G. Modeling potential freshwater ecotoxicity impacts due to pesticide use in biofuel feedstock production: the cases of maize, rapeseed, Salix, soybean, sugar cane, and wheat. **Environmental Science and Technology**, v. 48, p. 11379-11388, 2014.

PARANÁ. **Lei nº 17.505 de 11 de janeiro de 2013**. Institui a Política Estadual de Educação Ambiental e o Sistema de Educação Ambiental e adota outras providências. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-17505-2013-parana-institui-a-politica-estadual-de-educacao-ambiental-e-o-sistema-de-educacao-ambiental-e-adota-outras-providencias>>.

PARANÁ. **Secretaria da Educação do Estado do Paraná**, 2020. Disponível em: <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=55>>. Acesso em: 08 de julho de 2020.

PAULUS, M. P.; FRANK, L. R. Ventromedial Prefrontal Cortex Ativation is Critical for Preference Judgments. **NeuroReport**, v. 14, n. 10, 2003.

PEIRCE, C. S. **The Collected Papers of Charles Sanders Peirce**. Ed. A. W. Burks Edição eletrônica reproduzindo os seis primeiros volumes. Cambridge: Harvard University Press, v. 7-8, 1958.

PERALTA, E. M.; BATUCAN JR, L. S.; DE JESUS, I. B. B.; TRIÑO, E. M. C.; UEHARA, Y.; ISHIDA, T.; KOBAYASHI, Y.; KO, C.Y.; IWATA, T.; BORJA, A. S.; BRIONES, J. C. A.; PAPA, R. D. S.; MAGBANUA, F. S.; OKUDA, N. Nutrient loadings and deforestation decrease benthic macroinvertebrate diversity in an urbanised tropical stream system. **Limnologia**, v. 80, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2019.125744>

RAU, M. C. T. D. **A ludicidade na educação: uma atitude pedagógica** [livro eletrônico]. Curitiba: Ibpex, 2013. 249 p.

RESH, V. H. & JACKSON, J. K. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. *In*: ROSENBERG, D. M., RESH, V. H. (Eds), **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. p. 195-233, 1993.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. S. Pandemia da covid-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na prática pedagógica. **Interfaces Científicas**, v. 10, n. 1, p. 41-57, 2020.

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 6: 262-281, 2022.

ROSA, C. E.; BEDIN, E.. A motivação no ambiente escolar: uma visão sobre a relação entre o professor, os alunos, os saberes e o processo de ensinar. **Anais** do 38º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 2018.

SANTOS, D. M.; LEAL, N. M. Pedagogia de Projetos: práxis pedagógicas como instrumento de avaliação inovadora no processo de ensino aprendizagem. **Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalida**, v. 6, n. 1, p. 76-87, 2020.

SARAIVA, K.; TRAVERSINI, C.; LOCKMANN, K. A educação em tempos de COVID-19: ensino remoto e exaustão docente. **Práxis Educativa**, v. 15, p. 1-24, 2020.

SILVA, M. E.; GÓMEZ, C. R. P. Consumo consciente: o papel contributivo da educação. **REUNA**, v. 15, n. 3, p. 43-54, 2010.

SILVA, M. M. P.; LIMA, R. A.; GOMES, R. B.; MENDES, R. A.; SOBRINHO, J. B. S.; ARAÚJO, E. C. S.; LIMA, V. G. S. Educação Ambiental: ferramenta indispensável à gestão municipal de resíduos sólidos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 28743-28757, 2020.

SILVA, C. S.; JESUÍNO, S. A. Aterros Sanitários: Aspectos gerais atrelados a Política Nacional de Resíduos Sólidos vinculado à Educação Ambiental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48251-48269, 2020.

SOUZA, L. C. O.; ASSIS, C. M. Uso de novas tecnologias para Educação Ambiental em prol da gestão dos resíduos sólidos recicláveis em Belo Horizonte/MG (Vem reciclar). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, p. 1021-1039, 2020.

TATSUMI, K.; YAMASHIKI, Y. Effect of irrigation water withdrawals on water and energy balance in the Mekong River Basin using an improved VIC land surface model with fewer calibration parameters. **Agricultural Water Management**, v. 159, p. 92-106, 2015.

TUNDISI, G. J. Governança da água. **Revista UFMG**. Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 222-235, 2013.

WOODWARD G., GESSNER M.O., GILLER P.S., GULIS V., HLADYZ S., LECERF A., MALMQVIST B., MCKIE B.G., TIEGS S.D. AND CARISS H., 2012. Continental-scale effects of nutrient pollution on stream ecosystem functioning. **Science**, 336,1438-1440.