

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Educação

Sérgio Wilson de Araújo

**APRENDIZADO MEDIADO PELA TECNOLOGIA: BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DE ÁGUA (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS) COMO
SUBSÍDIOS PARA ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE
VÍDEO EDUCACIONAL**

Diamantina

2018

Sérgio Wilson de Araújo

**APRENDIZADO MEDIADO PELA TECNOLOGIA: BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DE ÁGUA (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS) COMO
SUBSÍDIOS PARA ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE
VÍDEO EDUCACIONAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Flaviana Tavares Vieira
Teixeira

Diamantina

2018

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A663a

Araújo, Sérgio Wilson de

Aprendizado mediado pela tecnologia: bioindicadores de qualidade de água (macroinvertebrados bentônicos) como subsídios para atividades de educação ambiental por meio de vídeo educacional / Sergio Wilson de Araújo. – Diamantina, 2018.

103 p. : il.

Orientadora: Flaviana Tavares Vieira Teixeira

Dissertação (Mestrado Profissional – Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Vídeos educacionais. 2. Bioindicadores – Qualidade de água. 3. Educação ambiental. 4. Tecnologias ambientais. I. Teixeira, Flaviana Tavares Vieira. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 372.357

SERGIO WILSON DE ARAUJO

**APRENDIZADO MEDIADO PELA TECNOLOGIA: BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DE ÁGUA (MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS) COMO
SUBSÍDIOS PARA ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO
DE VÍDEO EDUCACIONAL.**

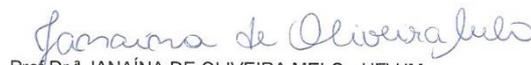
Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM EDUCAÇÃO, nível de
MESTRADO como parte dos requisitos
para obtenção do título de MAGISTER
SCIENTIAE EM EDUCAÇÃO

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Flaviana
Tavares Vieira Teixeira

Data da aprovação : 21/08/2018


Prof.Dr.^a FLAVIANA TAVARES VIEIRA TEIXEIRA - UFVJM


Prof.Dr. ALTAMIR FERNANDES DE OLIVEIRA - UFVJM


Prof.Dr.^a JANAÍNA DE OLIVEIRA MELO - UFVJM

DIAMANTINA

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus por ter chegado até aqui. Posso afirmar que os meus caminhos foram abertos e pessoas dispostas a me ajudar apareceram no momento certo. Eu acreditei que poderia vencer, apesar de todas as dificuldades e barreiras. A jornada não foi fácil: nuvens negras sempre apareceram, mas nada como um dia após o outro. O sol sempre brilhará após uma tempestade, trazendo novas oportunidades.

Aos meus pais, Sr. Antônio Alves de Araújo e Sra. Maria da Conceição Aguiar Araújo que são minhas fontes de superação, inspiração e equilíbrio, que me educaram e incentivaram a correr atrás dos meus sonhos. Sem o apoio e compreensão de vocês este trabalho não seria possível. Obrigado pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

À minha orientadora, amiga de todas as horas, Flaviana Tavares Vieira Teixeira pelo acolhimento, pelas valiosíssimas orientações, contribuições e também por ter aceitado o desafio. Sem você seria impossível o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço-lhe imensamente! Sua experiência de vida e profissional foram fundamentais.

À minha família pelo apoio, principalmente aos meus irmãos e irmãs: Denize, Juliana, Márcilio e Marcelo, mesmo distantes, alguns deles estavam perto em pensamento torcendo por mim. Aos meus sobrinhos Rafael e Karina pelo apoio e suporte de sempre. Também agradeço aos demais membros da família, que, como é grande, não irei citar todos, com receio de deixar alguém de fora.

Aos meus professores do mestrado, que alguns se tornaram amigos: Altamir Fernandes de Oliveira, Agnes Maria Gomes Murta, Maria do Perpetuo Socorro de Lima Costa, Mara Lúcia Ramalho, Geruza de Fátima Tomé Sabino, Adriana Bodolay, Paulo César de Resende Andrade e Alessandro Vivas. As contribuições nas aulas foram excepcionais!

Aos professores e técnicos que contribuíram direta ou indiretamente com a minha pesquisa: Janaína de Oliveira Melo, Lucimar Daniel Simões Salvador, Arlete Barbosa dos Reis, Ilva de Fátima Souza, Disney Oliver Sivieri Júnior e Rosana Passos Cambraia.

Aos membros da banca examinadora que me acompanharam desde o primeiro seminário: agradeço imensamente as preciosas contribuições.

À toda equipe da ONG Caminhos da Serra - Ambiente, Educação e Cidadania, principalmente ao presidente, o Sr. Alex Mendes Santos pela parceria e pelo apoio de sempre. Sem vocês, essa pesquisa não seria possível.

À Secretaria de Educação do município de Gouveia, Dione Malaquias Oliveira Ferreira, que propiciou a pesquisa nas Escolas Municipais “João Baiano” e “Zezé Ribas”.

Agradeço também a todos os diretores, professores, profissionais e alunos destas escolas que fortemente contribuíram para este trabalho.

À Juliana França, pesquisadora e membro do Laboratório de Ecologia de Bentos da UFMG pelo valioso curso de Biomonitoramento com ênfase em Macroinvertebrados Bentônicos, que serviu como suporte teórico à minha pesquisa. Agradeço também a toda equipe deste laboratório.

Aos meus amigos e colegas de trabalho: Luiz Tibães, Juninho Darcy, Gleyson, Cristiane, Adriana, Valmira, Guilherme, Michely, Ramon, Juscilene, Lucas Gontijo, Thiago, Cácia, Ilva, Keyla, Aline, aos professores e técnicos do ICT.

Aos meus colegas do mestrado: Bruno, Kátia, Alessandra, Cláudia, Arthur, Ronie, Ruan, Marcos, Franciely, Ana Maria, Ana Flávia, Josenaide, Keila, Márcia, Patrícia, Thamara, Allan e a todos os demais: só nós sabemos o que passamos e agora é hora de celebrar a vitória! Aprendi muito com vocês!

A todos que torceram contra ou tentaram de alguma forma me prejudicar: as pedras que me foram atiradas serviram de base para construir o meu castelo de vitória. Nada acontece por acaso!

A todos que torceram a favor, agradeço imensamente as orações, mensagens positivas, motivação e de carinho: com certeza foram extremamente válidas.

E por fim, agradeço à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e ao Programa de Pós-graduação em Educação pela oportunidade.

Com a finalização desta pós-graduação, eu aprendi algumas lições que servirão para toda a vida: a ter mais tolerância, a me colocar no lugar do outro, a fazer escolhas certas, a ter resiliência, a não confiar demais nas pessoas, a respeitar mais as diferenças, a confiar mais em mim mesmo e deixar o destino fluir.

Ninguém vence sozinho! Essa vitória é de todos vocês!

*“Have you ever faced an ocean
Though you hadn't any notion how to swim
But you jumped in anyway
[...]*

*Have you wandered in the desert
While the sands were ever changing but the winds
Guide you anyway
Have you spoken in a language
That you've never heard before but your memory
Understands it anyway*

*Leap of faith
Growing wings
On the way down
Before you hit the ground
[...]
I'm growing wings now”*

(Lara Fabian. Growing Wings, 2017)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a eficácia de um vídeo educacional produzido pelo pesquisador, com o intuito de subsidiar discussões em sala de aula sobre a importância da água, sua preservação e a função dos macroinvertebrados bentônicos como organismos capazes de avaliar a qualidade dos cursos d'água. O trabalho contou com uma revisão bibliográfica sobre a Educação Ambiental, apresentando conceitos, importância da mesma e suas tendências, revelando a importância desta na escola pública, como também apresentou a relevância do uso das tecnologias na educação básica e principalmente a importância do uso de vídeos como ferramenta auxiliar no aprendizado dos estudantes. Foi discutida a importância dos bioindicadores de qualidade da água – macroinvertebrados aquáticos e sua identificação, partindo do pressuposto que esses organismos podem ser utilizados para aferição de ambientes aquáticos alterados por agentes nocivos, que em longo prazo, em um processo de recuperação e gerenciamentos de recursos hídricos, possibilita acompanhar a avaliação da qualidade das águas utilizando esse recurso como forma de biomonitoramento. Por fim, foram apresentados os resultados de questionários aplicados em duas escolas municipais rurais, em Gouveia, Minas Gerais, bem como as suas respectivas análises, com o escopo de desvelar a opinião de estudantes e professores sobre o conteúdo do vídeo, ao qual revelou um resultado satisfatório para estes sujeitos participantes desta pesquisa.

Palavras chave: Vídeos educacionais. Bioindicadores de qualidade da água. Educação Ambiental. Tecnologias ambientais.

ABSTRACT

The work aims to show the effectiveness of an educational video produced by the researcher in order to subsidize classroom discussions about the importance of water, its preservation and the function of benthic macroinvertebrates as organisms capable of evaluating the quality of the courses of water. The work had a bibliographic review on Environmental Education, presenting concepts, its importance and its trends, revealing the importance of this in the public school, but also presented the relevance of the use of technologies in basic education and especially the importance of using videos as an auxiliary tool in student learning. It was discussed the importance of the bioindicators of water quality - aquatic macroinvertebrates and their identification, based on the assumption that these organisms can be used to measure aquatic environments altered by harmful agents, that in the long term, in a process of recovery and resource management, allows the evaluation of water quality using this resource as a form of biomonitoring. Finally, the results of questionnaires applied at two rural municipal schools in Gouveia, Minas Gerais, as well as their respective analyzes were presented, with the purpose of revealing the opinion of students and teachers about the content of the video, which revealed a result satisfactory for these subjects participating in this research.

Keywords: Educational videos. Bioindicators of water quality. Environmental Education. Environmental technologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Plecoptera (Cachorrinho d'água)	46
Figura 2 - Ephemeroptera (Escorpião d'água)	46
Figura 3 - Trichoptera (Arquiteto dos Rios)	47
Figura 4 - Coleoptera (Besouro d'água)	50
Figura 5 - Megaloptera (Fortão)	50
Figura 6 - Heteroptera (Barata d'água)	50
Figura 7 - Odonata (Libélula)	50
Figura 8 - Diptera (Larva de Mosquitos)	54
Figura 9 - Annelida (Minhoca d'água)	54
Figura 10 - Mollusca (Caramujo)	55
Figura 11 - Tela de apresentação inicial do vídeo	69
Figura 12 - Sequência de imagens do vídeo	69
Figura 13 - Arte da capa e contracapa do DVD-Vídeo	70
Figura 14 - Arte da capa inferior do DVD-Vídeo	71
Figura 15 - Arte do rótulo do DVD-Vídeo	72
Figura 16 - Pesquisa de opinião I: resultado: Escola Municipal João Baiano	78
Figura 17 - Pesquisa de opinião I: resultado: Escola Municipal Zezé Ribas	79
Figura 18 - Pesquisa de opinião II: resultado: Escola Municipal João Baiano	81
Figura 19 - Pesquisa de opinião II: resultado: Escola Municipal Zezé Ribas	82
Figura 20 - Apresentação do vídeo para alunos da Escola Municipal João Baiano	83
Figura 21 - Apresentação do vídeo para alunos da Escola Municipal Zezé Ribas	83
Figura 22 - Questionário respondido pelos professores referente às perguntas fechadas	85

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Organismos sensíveis ou intolerantes	44
Quadro 2 - Organismos tolerantes	48
Quadro 3 - Organismos resistentes	52
Quadro 4 - Informações sobre equipamentos tecnológicos.....	74
Quadro 5 - Informações sobre o perfil dos professores.....	75
Quadro 6 - Resultado das questões abertas	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CC0	<i>Creative Commons</i>
DVD	<i>Digital Versatile Disc</i>
EA	Educação Ambiental
EaD	Educação a Distância
HD	<i>High Definition</i>
IOB	Índice de Oportunidades da Educação Brasileira
ISSN	<i>International Standard Serial Number</i>
MEC	Ministério da Educação
ONG	Organização Não Governamental
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPGED	Programa de Pós Graduação em Educação
PRPPG	Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Tecnologia da Informação
TICs	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
URRS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O USO DAS TECNOLOGIAS APLICADAS: VÍDEOS EDUCACIONAIS	21
2.1 Educação Ambiental	21
<i>2.1.1 O que é Educação Ambiental e desenvolvimento sustentável?.....</i>	<i>21</i>
<i>2.1.2 Educação Ambiental na grade curricular da educação básica</i>	<i>24</i>
2.2 O uso das tecnologias na educação básica	27
<i>2.2.1 O uso das tecnologias no dia-a-dia em sala de aula</i>	<i>28</i>
<i>2.2.2 O uso das tecnologias para subsidiar atividades de Educação Ambiental.....</i>	<i>30</i>
2.3 As videoaulas e o uso de vídeos como recurso didático no contexto educacional.....	31
3 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E OS BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA	37
3.1 A água e a importância dos recursos hídricos	37
<i>3.1.1 Relevância e aspectos jurídicos da água.....</i>	<i>38</i>
<i>3.1.2 A crise hídrica no Brasil.....</i>	<i>39</i>
3.2 Os bioindicadores de qualidade de água	40
<i>3.2.1 O que são bioindicadores?</i>	<i>41</i>
<i>3.2.2 Os macroinvertebrados bentônicos</i>	<i>42</i>
<i>3.2.2.1 Sensíveis ou intolerantes</i>	<i>43</i>
<i>3.2.2.2 Tolerantes</i>	<i>47</i>
<i>3.2.2.3 Resistentes</i>	<i>51</i>
3.3 O biomonitoramento como alternativa de análise da qualidade de água	55
4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO, DADOS COLETADOS E ANÁLISES	59
4.1 Desenvolvimento do projeto de pesquisa.....	59
4.2 Metodologia.....	61
<i>4.2.1 Produção do Vídeo.....</i>	<i>63</i>
<i>4.2.2 Roteiro.....</i>	<i>64</i>
<i>4.2.3 O processo de produção do vídeo</i>	<i>68</i>
4.3 Coleta de dados	72

<i>4.3.1 O perfil das escolas e dos professores.....</i>	<i>74</i>
4.4 Análise dos Resultados	76
<i>4.4.1 A percepção dos estudantes</i>	<i>76</i>
<i>4.4.2 A percepção dos professores</i>	<i>84</i>
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICES.....	98

1 INTRODUÇÃO

Vivemos em um mundo globalizado em que as tecnologias se aprimoram e evoluem constantemente, ao passo que também enfrentamos problemas ambientais com este avanço. No mundo digital dominado pela *Internet*, seja por redes sociais ou sítios convencionais, deparamos com uma infinidade de vídeos que se propagam pela rede. Estas mídias digitais atraem os olhares dos espectadores, pois geralmente retratam um assunto interessante de forma rápida e eficaz.

Pensando neste modelo, questiona-se por que não levar um vídeo às escolas retratando um problema relacionado ao meio ambiente instigando os estudantes a pensarem sobre o futuro frente aos avanços tecnológicos e que este possa levar uma discussão sobre a preservação da água, que é um tema recorrente e preocupante se analisarmos a disponibilidade e a demanda?

Além disso, por que não instigar esses estudantes a serem “cientistas mirins” para investigarem e avaliarem a qualidade da água de um curso d’água em seus municípios por meio de um recurso de baixo custo realizada por meio da análise de macroinvertebrados bentônicos, organismos que vivem na água e que são capazes de indicar a sua qualidade, também conhecidos ou denominados de bioindicadores de qualidade de água?

Em consonância com a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), que dispõe sobre a Educação Ambiental, estabeleceu-se que o professor deve contemplar os conteúdos de Educação Ambiental nas disciplinas da estrutura curricular já existentes de forma transversal. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo produzir um vídeo que pudesse retratar temas relacionados à preservação ambiental, a água e os macroinvertebrados bentônicos, visando contribuir com essa articulação na expectativa de discussão e reflexão sobre esses temas nas disciplinas da base curricular comum, que envolvam atividades de Educação Ambiental, na escola pública, em um município de pequeno porte, para que os educadores tenham subsídios para oferecer aos seus estudantes, práticas voltadas para a análise de bioindicadores de qualidade de água (macroinvertebrados bentônicos), bem como a compreensão do tema.

Os recursos tecnológicos trabalhados nesta pesquisa, como é o caso do vídeo e dos demais recursos da informática são potenciais ferramentas para aprimoramento do aprendizado. Se a Educação Ambiental for associada a esses recursos, há a possibilidade do estudante se envolver em uma aula mais interessante e dinâmica.

O trabalho foi desenvolvido no município de Gouveia, Minas Gerais e contou

com a parceria da ONG Caminhos da Serra – Ambiente, Educação e Cidadania, que atua há quase vinte anos em projetos ambientais e culturais de interesse regional.

Para validar a pesquisa, foram aplicados questionários com estudantes e educadores de duas escolas municipais rurais, a saber: Escola João Baiano e Escola Zezé Ribas, localizadas em Camilinho e Pedro Pereira, respectivamente, ao qual foi possível descobrir a opinião desses sujeitos sobre o vídeo produzido, avaliar os conhecimentos prévios dos alunos e a efetividade deste material didático.

O trabalho desenvolvido prevê ainda um impacto direto na formação do estudante, pois o colocará frente a uma nova metodologia de ensino e pelo fato de trabalhar com a consciência ambiental e instigar os alunos em práticas ambientalmente corretas, expandirá os conhecimentos desses sujeitos e ao longo do tempo, estes irão disseminar essas práticas às pessoas do seu convívio, que é um dos pilares da Educação Ambiental.

2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O USO DAS TECNOLOGIAS APLICADAS: VÍDEOS EDUCACIONAIS

O referencial teórico que aborda este estudo foi estruturado em três subcapítulos: Educação Ambiental, o uso das Tecnologias na educação básica e as videoaulas e o uso de vídeos como recurso didático no contexto educacional.

O primeiro subcapítulo, tem como objetivo central conceituar a Educação Ambiental, a inserção deste tema na grade curricular da educação básica e a importância desta para um futuro transformador.

O segundo subcapítulo objetiva revelar conceitos importantes sobre o uso das tecnologias em sala de aula.

Por fim, o terceiro subcapítulo irá tratar sobre o uso de vídeos, conceituando videoaulas como recurso didático auxiliar ao professor no contexto educacional e o processo de produção de vídeos.

2.1 Educação Ambiental

2.1.1 O que é Educação Ambiental e desenvolvimento sustentável?

Segundo Dias (1992) *apud* Pelicioni (1998) levando-se em consideração a Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada em 1977 em Tbilisi, Georgia (na antiga URSS), compreende-se a Educação Ambiental como um processo permanente de conscientização dos indivíduos e comunidade em geral acerca do meio ambiente, possibilitando a aquisição de conhecimentos, valores, habilidades, experiências, bem como a aptidão dos indivíduos e a coletividade para a resolução de problemas ambientais atuais como também pósteros.

Para Pelicioni (1998), na concepção de Dias (1992), a Educação Ambiental pode ser considerada um tema transversal pela incorporação de aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais, ecológicos e éticos, sendo que, grande parte dos problemas ambientais tem sua gênese na miséria, sendo decorrência de políticas e problemas econômicos concentradores de riqueza, desemprego e degradação ambiental.

É importante citar os conceitos de Educação Ambiental apresentados no sítio do Ministério de Meio Ambiente (<http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental>), conquanto sejam preciosas para compreensão conceitual dos horizontes

desta temática, (BRASIL, 20--):

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999, art. 1).

A Educação Ambiental é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental. (Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, Art. 2º).

A Educação Ambiental é a ação educativa permanente pela qual a comunidade educativa tem a tomada de consciência de sua realidade global, do tipo de relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza, dos problemas derivados de ditas relações e suas causas profundas. Ela desenvolve, mediante uma prática que vincula o educando com a comunidade, valores e atitudes que promovem um comportamento dirigido a transformação superadora dessa realidade, tanto em seus aspectos naturais como sociais, desenvolvendo no educando as habilidades e atitudes necessárias para dita transformação. (Conferência Sub-regional de Educação Ambiental para a Educação Secundária – Chosica/Peru (1976.)

A Educação Ambiental deve proporcionar as condições para o desenvolvimento das capacidades necessárias; para que grupos sociais, em diferentes contextos socioambientais do país, intervenham, de modo qualificado tanto na gestão do uso dos recursos ambientais quanto na concepção e aplicação de decisões que afetam a qualidade do ambiente, seja físico-natural ou construído, ou seja, Educação Ambiental como instrumento de participação e controle social na gestão ambiental pública. (QUINTAS J. S. Salto para o Futuro, 2008).

A Educação Ambiental nasce como um processo educativo que conduz a um saber ambiental materializado nos valores éticos e nas regras políticas de convívio social e de mercado, que implica a questão distributiva entre benefícios e prejuízos da apropriação e do uso da natureza. Ela deve, portanto, ser direcionada para a cidadania ativa considerando seu sentido de pertencimento e co-responsabilidade que, por meio da ação coletiva e organizada, busca a compreensão e a superação das causas estruturais e conjunturais dos problemas ambientais. (SORRENTINO *et al.*, Educação Ambiental como política pública, 2005).

A Educação Ambiental, apoiada em uma teoria crítica que exponha com vigor as contradições que estão na raiz do modo de produção capitalista, deve incentivar a participação social na forma de uma ação política. Como tal, ela deve ser aberta ao diálogo e ao embate, visando à explicitação das contradições teórico-práticas subjacentes a projetos societários que estão permanentemente em disputa. (TREIN, E., Salto para o Futuro, 2008).

A EA deve se configurar como uma luta política, compreendida em seu nível mais poderoso de transformação: aquela que se revela em uma disputa de posições e proposições sobre o destino das sociedades, dos territórios e das desterritorializações; que acredita que mais do que conhecimento técnico-científico, o saber popular igualmente consegue proporcionar caminhos de participação para a sustentabilidade através da transição democrática” (SATO, M. et al, Insurgência do grupo-pesquisador na Educação Ambiental sociopolítica, 2005).

Um processo educativo eminentemente político, que visa ao desenvolvimento nos educandos de uma consciência crítica acerca das instituições, atores e fatores sociais geradores de riscos e respectivos conflitos socioambientais. Busca uma estratégia

pedagógica do enfrentamento de tais conflitos a partir de meios coletivos de exercício da cidadania, pautados na criação de demandas por políticas públicas participativas conforme requer a gestão ambiental democrática. (LAYRARGUES; P.P. Crise ambiental e suas implicações na educação, 2002).

Educação Ambiental é uma perspectiva que se inscreve e se dinamiza na própria educação, formada nas relações estabelecidas entre as múltiplas tendências pedagógicas e do ambientalismo, que têm no “ambiente” e na “natureza” categorias centrais e indenitárias. Neste posicionamento, a adjetivação “ambiental” se justifica tão somente à medida que serve para destacar dimensões “esquecidas” historicamente pelo fazer educativo, no que se refere ao entendimento da vida e da natureza, e para revelar ou denunciar as dicotomias da modernidade capitalista e do paradigma analítico-linear, não-dialético, que separa: atividade econômica, ou outra, da totalidade social; sociedade e natureza; mente e corpo; matéria e espírito, razão e emoção etc. (LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental Transformadora. In: Layrargues, P. P. (Coord.) Identidades da Educação Ambiental Brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004).

Processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais. Desenvolve-se num contexto de complexidade, procurando trabalhar não apenas a mudança cultural, mas também a transformação social, assumindo a crise ambiental como uma questão ética e política. (MOUSINHO, P. Glossário. In: Trigueiro, A. (Coord.) Meio ambiente no século 21. Rio de Janeiro: Sextante. 2003).

Tendo em vista tais definições, pode-se entender que a Educação Ambiental tem como escopo a tomada de consciência ativa dos cidadãos, em prol de condutas ambientais corretas, buscando-se investimentos em recursos e processos ecológicos voltados para a preservação do meio ambiente.

Considerando-se a Educação Ambiental em sua vertente político-pedagógica, a qual é constituída histórica e socialmente, a mesma tem por propósito fomentar a construção da cidadania e melhoria da qualidade de vida da população, com vistas ao desenvolvimento estratégico de ações voltadas para a proteção do meio ambiente e consciência ambiental (PELICIONI, 1998).

Dessa forma, e segundo Sader (1992) *apud* Pelicioni (1998), a Educação Ambiental deve contribuir para a transformação social da sociedade emergente em uma sociedade sustentável através do exercício da cidadania, considerando a natureza enquanto um bem comum de todos, almejando-se a compatibilização do desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente e a qualidade de vida, mas jamais sobrepondo os dois últimos.

O conceito de desenvolvimento sustentável, na ótica de Diegues (1992) *apud* Pelicioni (1998), é ampla e pode ser utilizada em diferentes óticas, comportando posicionamentos políticos ideológicos, com conotações sociais, culturais e econômicas. Tais concepções de desenvolvimento sustentável podem ser utilizadas em diferentes discursos, seja

no âmbito governamental, empresarial ou até mesmo acadêmico, na maioria das vezes relacionada à ideia de progresso sustentável.

Para Baroni (1992) *apud* Pelicioni (1998), a ideia de desenvolvimento sustentável, de certa forma pode ser contextualizada conforme a atual facticidade entre conflitos de ordem social e econômica envolvendo recursos naturais, sendo que, essa concepção é mutável no tempo e espaço. Contudo, parece existir consensos a respeito daquilo que pode ser considerado insustentável no planeta.

Segundo Pelicioni (1998), o surgimento do movimento ambientalista urge em manifestação pela sobrevivência do planeta terra, fauna e flora ameaçadas pela sua eventual possibilidade de extinção, sendo que, no “Terceiro Mundo”, ganha uma conotação mais ética, em prol da sobrevivência dos mais desvalidos. Assim sendo, no ponto de vista do elemento ético, não mais se pode intentar uma proposta de desenvolvimento que não seja sustentável, devendo, pois, pensar nas gerações futuras, impondo-se uma sociedade mais justa, que atenda às necessidades de toda a coletividade, inclusive dos menos favorecidos, tratando os mesmos com a mesma consideração e respeito.

2.1.2 Educação Ambiental na grade curricular da educação básica

A Educação Ambiental situa-se dentre os temas sociais contemporâneos de maior relevância. Na educação básica, esse tema é considerado como transversal, sendo que, o mesmo foi universalizado no sistema de ensino fundamental no Brasil (TRAJBER; MENDONÇA, 2007).

A Lei nº 9.795 de 1999, dispõe sobre a Educação Ambiental, como também instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, dentre outras providências.

O art. 1º desta referida lei estabelece o conceito de Educação Ambiental:

Art. 1º Entendem-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

Por sua vez, o art. 2º desta norma jurídica compreende a Educação Ambiental enquanto um componente essencial e permanente da educação nacional.

O artigo seguinte dispõe sobre a incumbência de cada um dos atores e instituições, conquanto integrante do processo educativo mais amplo e que possibilita o direito de todos à Educação Ambiental:

Art. 3º Como parte do processo educativo mais amplo, todos têm direito à Educação Ambiental, incumbindo:

I - ao Poder Público, nos termos dos arts. 205 e 225 da Constituição Federal, definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente;

II - às instituições educativas, promover a Educação Ambiental de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem;

III - aos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - Sisnama, promover ações de Educação Ambiental integradas aos programas de conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente;

IV - aos meios de comunicação de massa, colaborar de maneira ativa e permanente na disseminação de informações e práticas educativas sobre meio ambiente e incorporar a dimensão ambiental em sua programação;

V - às empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas, promover programas destinados à capacitação dos trabalhadores, visando à melhoria e ao controle efetivo sobre o ambiente de trabalho, bem como sobre as repercussões do processo produtivo no meio ambiente;

VI - à sociedade como um todo, manter atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais. (BRASIL, 1999).

Em continuidade, os artigos 4º e 5º da Lei nº 9.795 de 1999, estabelecem respectivamente os princípios e objetivos da Educação Ambiental, conforme citado abaixo:

Art. 4º São princípios básicos da Educação Ambiental:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;

IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;

V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;

VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;

VIII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

Art. 5º São objetivos fundamentais da Educação Ambiental:

I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

II - a garantia de democratização das informações ambientais;

III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;

IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;

VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade. (BRASIL, 1999).

A temática da Educação Ambiental pode possibilitar um maior envolvimento da

escola com a comunidade, em projetos com potencial transformador (TRAJBER; MENDONÇA, 2007). Algumas pesquisas baseadas em senso buscam avaliar justamente “a dimensão da Educação Ambiental como modalidade nas escolas, o tratamento de resíduos sólidos e a participação de eventos na e com a comunidade” (TRAJBER; MENDONÇA, 2007, p. 15). Inclusive, a presença da Educação Ambiental nas escolas vem sendo um tema bastante discutido pesquisado no pelo Ministério da Educação (MEC), sobretudo no que concernem a investigar quais os seus padrões e tendências, a fim de prospectar seu perfil de expansão (TRAJBER; MENDONÇA, 2007, p. 15).

Dessa forma, entende-se que, dentre as funções mais relevantes das instituições educacionais está sobretudo seu potencial de transformação e influência em sua comunidade de abrangência. E é justamente através das temáticas voltadas para a Educação ambiental que a escola pode contribuir significativamente para a sociedade, criando canais de diálogo com a população, possibilitando discutir e refletir criticamente acerca do papel dos cidadãos face às questões socioambientais (TRAJBER; MENDONÇA, 2007).

É importante ressaltar que a Educação ambiental se encontra prevista na Lei nº 9.795 de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Em seu Artigo 2º, estabelece que “*a Educação Ambiental é um componente essencial e permanente na educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal*” (BRASIL, 1999). No Artigo 3º, inciso II, complementa a ideia que cabe às “*instituições educativas promover a Educação Ambiental de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem*” (BRASIL, 1999). No artigo 9º esclarece: “*Entende-se por Educação Ambiental na Educação escolar a ser desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas, englobando: I – Educação Básica: a) Educação Infantil; b) Educação Fundamental e c) Educação Média; II – Educação Superior; III – Educação Especial; IV – Educação Profissional; V – Educação de Jovens e Adultos*” (BRASIL, 1999). Além disso, no seu artigo 10º § 1º, “*A Educação Ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino*” (BRASIL, 1999).

Com base no parágrafo anterior, podemos inferir com a contribuição de Libâneo (1994), que o trabalho docente é parte do processo educativo pelo qual os sujeitos são preparados para a participação da vida social. A educação – ou seja, a prática educativa, é uma atividade humana necessária à existência e funcionamento de todas as sociedades, ao qual precisam cuidar da formação dos indivíduos, auxiliar no desenvolvimento de suas capacidades físicas e espirituais, além prepará-los para a participação ativa e transformadora

nas várias instâncias na sociedade. [...]. No trabalho docente, sendo manifestação da prática educativa, estão presentes interesses de toda ordem – sociais, políticos, econômicos, culturais e precisam ser compreendidos pelos educadores (LIBÂNEO, 1994, p. 15-20).

O Ministério da Educação, por meio da Secretaria de Educação Fundamental, por meio dos parâmetros curriculares nacionais esclarece sobre o critério de seleção e organização de conteúdos com a temática ambiental:

Dois fatores tornam difícil a seleção de conteúdos de forma satisfatória: a complexidade da temática ambiental e a diversidade da realidade brasileira. Entretanto, além de um elenco de conteúdos, o tema Meio Ambiente propõe que se garanta aos alunos aprendizagem que lhes possibilite posicionar-se em relação às questões ambientais nas suas diferentes realidades particulares e atuar na melhoria de sua qualidade (BRASIL, 1998a, p. 202).

Com base nas proposições anteriores, o papel do docente formador é fundamental. Para abordagem de um conteúdo com a temática supracitada, deve-se atentar para o assunto a ser escolhido, de modo que seja uma realidade no ambiente geográfico ao qual os alunos estão inseridos para melhor compreensão das abordagens.

Essa preocupação com os recursos naturais renováveis e o ambiente ganha expressivos contornos a partir da globalização, cujo viés da modernidade dos avanços tecnológicos é reflexivo, ou seja, se por um lado, a individualidade, a competitividade e o consumo desenfreado tenham predominado nos últimos anos, por outro, suscitou a preocupação com o equilíbrio ecológico, o desmatamento, a qualidade de vida, e outros riscos que, por sua vez suscitaram o paradigma da sustentabilidade (explorar os recursos naturais, de modo a não prejudicar o equilíbrio ecológico) (MOURA, 2015).

A criança, durante o desenvolvimento da consciência do mundo objetivo, com a brincadeira, tenta integrar uma relação ativa não apenas com as coisas diretamente acessíveis a ela, também com o mundo mais amplo, ou seja, se esforça para agir como um adulto (LEONTIEV, 1998, p. 121).

Dessa forma, podemos inferir que para a efetividade de ações ambientais, tanto de maneira formal ou não formal é importante que haja participação de crianças e jovens, pois estes grupos representam as gerações futuras, em processo de formação e deste modo, instigar a consciência da importância da preservação do meio ambiente assegura a formação de hábitos e comportamentos sustentáveis no futuro de modo a inibir a degradação.

2.2 O uso das tecnologias na Educação Básica

2.2.1 O uso das tecnologias no dia-a-dia em sala de aula

A evolução da sociedade e das diferentes eras tecnológicas possibilitou a ampliação das chamadas tecnologias de informação e comunicação (TICs), como por exemplo: o telefone, a televisão e o computador, dentre outras, até chegarmos atualmente na Sociedade da Informação ou Sociedade Digital (KENSKI, 2003).

As Tecnologias da Informação e Comunicação referidas como TIC são consideradas como sinônimo das tecnologias da informação (TI). Contudo, é um termo geral que frisa o papel da comunicação na moderna tecnologia da informação. Entende-se que TIC consistem de todos os meios técnicos usados para tratar a informação e auxiliar na comunicação. Em outras palavras, TIC consistem em TI bem como quaisquer formas de transmissão de informações e correspondem a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos dos seres. Ainda, podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam por meio das funções de software e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e de ensino e aprendizagem (OLIVEIRA; MOURA, 2015, p. 77-78).

Tais tecnologias disponíveis em cada etapa da evolução humana e social são disponíveis por um determinado lapso de tempo e acabam transformando a vidas das pessoas, as formas de organização social, cultura, comportamento e aprendizagem humana. O processo da aprendizagem humana é realizado através de mediação com as tecnologias disponibilizadas em determinado momento histórico, social, cultural e político, sendo que tais tecnologias podem inclusive ser determinantes para esculpir diferentes valores, ações e visões, tanto individuais, quanto coletivas no ambiente em que se vive e está inserido. Contemporaneamente as tecnologias oferecem novas possibilidades para acesso à informação e conhecimento, comunicação e interação, através do uso do computador, seus periféricos e mídias, sobretudo por intermédio da *internet*, que por sua vez originam novas metodologias e novos formatos de ensino e aprendizagem, oportunizando novas fases de desenvolvimento social (KENSKI, 2003).

Nesse contexto, Kenski (2003) esclarece acerca da utilização inadequada das tecnologias pelos docentes, o que dificulta o processo de ensino-aprendizagem, podendo até mesmo criar animosidades envolvendo demais atividades pedagógicas. Assim sendo, espera-se que os professores devam ter domínio compreensivo sobre as especificidades das tecnologias e equipamentos, visando a sua correta utilização na área educacional, evitando efeitos contrários, como a não compreensão do tema ou criando sentimento aversivo nos estudantes. Dessa forma, cabe ressaltar que a utilização das TICs na educação básica deve ser baseada na adequação dos objetivos de ensino com as ferramentas tecnológicas que

convergem para o atendimento de tais objetivos, conforme suas especificidades. Caso o objetivo seja apenas auxiliar na transmissão de informações, com uma conotação única a uma determinada coletividade de pessoas, ou grupo de discentes, a ocorrer em uma sala de aula ou outro espaço físico escolar, a utilização da televisão, cinema ou vídeos podem ser empregados, havendo aderência das especificidades destes com o âmbito da educação básica. A utilização das TICs nesse processo de ensino-aprendizagem não precisa acontecer somente de forma isolada, sendo que esse processo pode ocorrer de maneira integrada e coletiva, podendo também conectar diferentes informações e pessoas com características, tempos e espaços distintos, como ainda diferentes áreas de conhecimento e níveis de formação (KENSKI, 2003).

Dessa forma, entende-se que a ideologia da sociedade da informação digital perpassa pela garantia do acesso à informação para todos. Em termos tecnológicos, isso também alcança os acessos às redes digitais e sociais, possibilitando interações e cooperações entre pessoas e instituições, de todo o planeta, nos processos de ensino e aprendizagem (KENSKI, 2003). Assim sendo, compreende-se que as tecnologias digitais de informação e comunicação envolvem “técnicas, instrumentos, métodos que permitem obter, transmitir, reproduzir, transformar ou mudar a informação”. (TORTAJADA; PELÁEZ, 1997, p. 207 *apud* KENSKI, 2003, p. 6).

A utilização de tais tecnologias no contexto educacional pode ocorrer tanto na perspectiva das escolas da educação urbana (ou seja, em escolas localizadas em cidades), como também nas escolas da educação do campo (isto é, que são tratadas como rurais).

Considerando a essência do presente estudo, no qual os questionários da pesquisa foram aplicados em escolas rurais, faz-se necessário apresentar a sua definição, com base no art. 1º da Resolução nº 2, de 28 de abril de 2008 do Ministério da Educação (BRASIL, 2008), documento este que estabelece as diretrizes complementares, normas e princípios para o desenvolvimento de políticas públicas de atendimento da Educação Básica do Campo, conforme citado abaixo:

Art. 1º A Educação do Campo compreende a Educação Básica em suas etapas de Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação Profissional Técnica de nível médio integrada com o Ensino Médio e destina-se ao atendimento às populações rurais em suas mais variadas formas de produção da vida - agricultores familiares, extrativistas, pescadores artesanais, ribeirinhos, assentados e acampados da Reforma Agrária, quilombolas, caiçaras, indígenas e outros.

§ 1º A Educação do Campo, de responsabilidade dos Entes Federados, que deverão estabelecer formas de colaboração em seu planejamento e execução, terá como objetivos a universalização do acesso, da permanência e do sucesso escolar com qualidade em todo o nível da Educação Básica.

§ 2º A Educação do Campo será regulamentada e oferecida pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios, nos respectivos âmbitos de atuação prioritária.

§ 3º A Educação do Campo será desenvolvida, preferentemente, pelo ensino regular.

§ 4º A Educação do Campo deverá atender, mediante procedimentos adequados, na modalidade da Educação de Jovens e Adultos, as populações rurais que não tiveram acesso ou não concluíram seus estudos, no Ensino Fundamental ou no Ensino Médio, em idade própria.

§ 5º Os sistemas de ensino adotarão providências para que as crianças e os jovens portadores de necessidades especiais, objeto da modalidade de Educação Especial, residentes no campo, também tenham acesso à Educação Básica, preferentemente em escolas comuns da rede de ensino regular (BRASIL, 2008).

Cabe destacar também, que a educação no campo considera o campo como espaço heterogêneo e multicultural que catalisa as relações humanas das famílias com as próprias características das produções existentes nesse local, seja agrícolas e não agrícolas (pluriatividade), podendo constar com a presença de movimentos sociais, apresentando demandas referentes à educação básica sem desconsiderar a sua essência e peculiaridades (BRASIL, 2001).

Compreende-se assim que, independentemente da área, sejam urbanas ou rurais, as tecnologias digitais de informação e comunicação criam novos tempos, espaços e formatos educacionais, como também novas configurações de ensino e aprendizagem, de modo a ofertar contínuas atualizações para os sujeitos, tornando-se imprescindíveis para o desenvolvimento e evolução humana (KENSKI, 2003).

2.2.2 O uso das tecnologias para subsidiar atividades de Educação Ambiental

A Educação Ambiental é uma temática que deve ser trabalhada nas escolas da educação básica da forma mais ampla possível, destacando a importância da proteção do meio ambiente, através de diferentes metodologias e propostas de ensino-aprendizagem, como por exemplo, a pedagogia de projetos, a qual pode inovar no contexto educacional ao utilizar as ferramentas interativas da tecnologia para fomentar o aprendizado dos discentes. A ressemantização de conteúdos através de metodologias que envolvem as TIC's contribui para a participação, motivação e conscientização dos discentes nas atividades de Educação Ambiental, sendo fundamentais para a preservação do meio ambiente e otimização da qualidade de vida para os seres humanos (REZEK, 2011).

Segundo Rodrigues e Colesanti (2008), ao tratar sobre a produção de material didático, audiovisual ou impresso relacionados à temática ambiental, os autores percebem que estes ainda não refletem os objetivos do Programa Nacional de Educação Ambiental, por não retratar a realidade socioambiental da localidade, região ou do país, tendo uma ótica

segmentada, apenas tendo valores sociais, com variações de qualidade e consistência. Os autores ainda inferem a ausência de alicerce teórico-metodológico na Educação Ambiental que pode não desenvolver uma visão de mundo global, mas apenas atividades específicas como coleta seletiva de lixo, plantio de árvores, hortas, dentre outras. A elaboração de material didático em Educação Ambiental deve contemplar não apenas os princípios desta temática e o comprometimento com o meio ambiente, mas também competências e habilidades para a tomada de decisões nesta matéria, como ainda voltar-se para o fomento de atitudes ecológicas e cidadãs, com o desenvolvimento de uma responsabilidade ética, social e justiça ambiental. Cabe ressaltar que o trabalho prático com a dimensão da Educação Ambiental deve permear espaços para a perspectiva monodisciplinar, interdisciplinar e também transdisciplinar, mas sempre compreendendo a complexidade desta temática, fomentando o pensamento crítico, reflexivo e propositivo, podendo utilizar para tal, sempre que possível, as diversas tecnologias existentes para subsidiar tais práticas de Educação Ambiental. Considerando as novas tecnologias de informação e comunicação existentes em um determinado contexto histórico, as mesmas têm como essência aparatos comunicativos, que possuem instrumentos tecnológicos que apoiam a interação, podendo ou não estar relacionada à informática.

Em matéria de Educação Ambiental, um dos desafios é a problematização das questões ambientais com o suporte das TIC's, possibilitando integrar a informática aos recursos multimídias (segundo o autor, tecnologia não sequencial organizada por um link contendo parte de informações, utilizando diversas mídias, como: texto, mapas, gráficos, vídeos, etc), visando à sensibilização e construção de atitudes ecológicas. Para tanto, é fundamental a elaboração de materiais didáticos alinhados com esta temática, compatíveis com as tecnologias atualmente disponíveis na educação (RODRIGUES; COLESANTI, 2008).

Nesse sentido, considera-se que a produção de material didático voltado para a Educação Ambiental deve promover nos professores o sentimento de participação e emancipação, devendo ultrapassar a sua mera utilização como instrumento de ludicidade ou de sua assimilação como recurso cognitivo, mas sim possibilitar a sua integração crítica sobre os conteúdos a serem trabalhados, bem como as necessidades e interesses dos sujeitos (alunos, comunidades, municípios e sociedade em geral) em prol da Educação Ambiental.

2.3 As videoaulas e o uso de vídeos como recurso didático no contexto educacional

As videoaulas podem ser conceituadas como um recurso audiovisual direcionados para fins específicos do processo ensino-aprendizagem, sendo esta baseada na exposição sistematizada de conteúdos voltados para a transmissão de informações visualizadas e/ou ouvidas, veiculadas através de tal recurso (SPANHOL, 2009).

É importante ressaltar que, considerando que as vídeoaulas consistem em recursos audiovisuais, as mesmas podem ser dispostas em distintos formatos de linguagem, de acordo com a finalidade que se pretende alcançar, levando-se em consideração a essência dos conteúdos, conjunturas de produção, disponibilidade financeira e de tempo. Como exemplos destes diferentes formatos, podemos exemplificar “aula gravada em estúdio com cenografia customizada, em cenários reais ou locações vinculadas ao conteúdo do curso, documentários, entrevistas, debates, matérias pré-produzidas, etc.” (SPANHOL, 2009, p. 3).

Lima (2015, p. 2), citando Powell, Francisco e Maher (2004) *apud* Clement (2000) e Martin (1999), compreendem a relevância e flexibilidade dos vídeos como instrumentos tecnológicos voltados para a coleta de informações, tanto no âmbito oral como visual, possibilitando a ampliação das suas possibilidades de utilização, inclusive no que diz respeito à observação da linguagem e comportamento, sejam verbais ou não verbais.

No que concerne à utilização dos vídeos como recurso didático, e especificamente no que tange à preparação de uma vídeo-aula, cabe ressaltar que, com a evolução dos recursos tecnológicos é possível enriquecer as mesmas, de modo a potencializar os processos de ensino e aprendizagem, sendo que, o planejamento de sua produção pode fomentar a participação dos discentes em conteúdos não tão atraentes para os alunos ou com certo grau de complexidade (SPANHOL, 2009).

O fluxo de produção de um vídeo aula compõem-se de diversos subprocessos, atividades e tarefas, razões pelas quais decorre a necessidade de acompanhamento e avaliação destes, bem como a mensuração de indicadores (baseados em eventuais melhorias no processo educativo) e medidas de desempenho nas quais se almeja o reconhecimento de possíveis problemas causadores de resultados indesejados. Nessa perspectiva, verifica-se que um fluxo de processos eficientes e eficazes perpassa pelos seguintes parâmetros: “os níveis de produtividade; a qualidade dos produtos; a programação da produção; os custos e as despesas; sendo que “para isso, a avaliação do desempenho, do processo de produção, requer indicadores não só quantitativos, mas também qualitativos” (NUITIN, 2007, p. 49 *apud* SPANHOL, 2009, p. 4).

O processo de produção de vídeos de curta duração, sobretudo os digitais popularizaram-se na contemporaneidade, oportunizado pelas diversas facilidades para acesso

e disponibilização dos vídeos pela *internet*. Os principais usuários dos mesmos costumam ser crianças e adolescentes, o que talvez explique o potencial motivacional despertado através destas mídias e que sinalizam a aptidão destas tecnologias digitais para sua utilização como atividades de ensino e aprendizagem na área educacional, o que pode trazer diversos benefícios, dentre os elencados abaixo por Vargas, Rocha e Freire (2007, p. 2-3):

- Desenvolvimento do pensamento crítico - Segundo Shewbridge & Berge (2004) as atividades de produção de vídeos podem servir para formar, além de produtores, consumidores mais “informados”. Tais atividades tendem a desenvolver a base analítica necessária para que os alunos se tornem consumidores mais observadores e críticos em relação aos produtos desse tipo de mídia.
 - Promoção da expressão e da comunicação - Segundo Moran (1995) a produção de vídeos no contexto educacional pode ser utilizada como um meio de expressão e de comunicação. Monteiro (2006) observa que, em geral, os alunos envolvidos nesse tipo de atividade tendem a superar a timidez e ampliar seu espaço discursivo.
 - Favorecimento de uma visão interdisciplinar – Potencialmente, o processo de produção de vídeos promove uma atividade em que os alunos aprendem de forma interdisciplinar, flexível e prática, e não apenas teórica. Segundo Martiani (1998), a produção de vídeos no contexto da escola, pode integrar-se a diferentes disciplinas, envolvendo atividades de comunicação em torno de diversos assuntos ou temas explorados, seja no âmbito do ensino fundamental, médio ou superior.
 - Integração de diferentes capacidades e inteligências - Martiani (1998) afirma que a produção de vídeos é uma experiência que mobiliza diversas habilidades, aptidões ou inteligências dos alunos envolvidos no processo, como: inteligência linguística, lógico-matemática, musical, espacial, corporal-sinestésica, interpessoal e intrapessoal.
 - Valorização do trabalho em grupo – Por se tratar de um trabalho que, em geral, é feito por uma equipe, a produção de vídeos valoriza a interação social, a participação e a iniciativa dos alunos, já que demanda boa convivência entre seus integrantes. Também promove o respeito à opinião do outro e o sentimento de corresponsabilidade (Shewbridge; Berge, 2004).
- (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007, p. 2-3).

Ressalta-se que o processo de produção de uma vídeoaula pode ser compreendido em 3 (três) diferentes fases: pré-produção, produção e pós-produção, conforme descrito abaixo:

Entende-se por pré-produção, a fase destinada à preparação, planejamento e projeto do vídeo que se pretende produzir, incluindo desde a concepção introdutória da ideia até a filmagem (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007, p. 2-3). Nesta fase de pré-produção, pode-se compreender as seguintes atividades:

- Sinopse ou storyline: resumo geral do que vai ser exibido no vídeo;
- Argumento: passo intermediário entre a sinopse e o roteiro cujo objetivo é descrever, de forma breve, como se desenvolverá a ação.
- Roteiro: detalhamento de tudo o que vai acontecer no vídeo. O roteiro tem uma linguagem própria - que se destina a orientar a equipe de produção nas filmagens – e divide o vídeo em cenas com o objetivo de informar – textualmente - o leitor a respeito daquilo que o espectador verá/ouvirá no vídeo.
- Storyboard: é a representação das cenas do roteiro em forma de desenhos sequenciais, semelhante a uma história em quadrinhos. Tem o objetivo de tornar mais fácil, para a equipe de produção, a visualização das cenas antes que sejam gravadas. (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007, p. 2-3).

Por sua vez, consideram-se como fase de produção as etapas destinadas às filmagens das diferentes cenas que irão compor o vídeo (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007, p. 3), sendo que, as mesmas são efetivadas em tomadas, ou seja, considerando-se os interstícios referentes ao início e término de cada gravação (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007). Assim sendo, uma cena “é composta por um conjunto de tomadas, e um vídeo é composto por um conjunto de cenas” (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007, p. 3).

Finalmente, a fase de pós-produção perpassa por todas as atividades realizadas anteriormente através da edição e organização das partes gravadas visando a composição integral do vídeo (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007, p. 3), com a conseqüente validação, permitindo assim, o controle de qualidade, possibilitando assim, a busca da coerência de conteúdo e adequação de linguagem. Nesta etapa, ocorre a inserção de técnicas audiovisuais de edição de vídeo, inserção de imagens, músicas, animações, dentre outros. (DALLACOSTA *et al.*, 2004, p. 3 *apud* SPANHOL, 2009, p. 5).

Cabe salientar que, existem diversas ferramentas computacionais disponíveis no mercado para suporte às diferentes etapas da produção de vídeos. A título exemplificativo pode-se citar: “o *Final Draft* (2006) e o *Movie Magic Screen Whiter* (2006) para a produção de roteiros; o *Storyboard Quick* (2006) e o *SpringBoard* (2006) para a produção de storyboards e o *Adobe Premiere* (2006), *Windows Movie Maker* (2006) e o *iMovie* (2006) para a edição de vídeos” (VARGAS; ROCHA; FREIRE, 2007, p. 3).

A literatura de algumas áreas de conhecimento, ao discutir as TICs no contexto educacional, relaciona a tecnologia como forma de solucionar défices no ensino, promovendo assim, melhorias deste. A utilização de novas tecnologias no ensino é preconizada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) sob a ótica de instrumentos mediadores para a exposição de conteúdos aos discentes, podendo ser, por exemplo, por meio do audiovisual (vídeos educacionais).

A utilização dos vídeos na educação muitas das vezes não é adequada conquanto adotem seu uso para mera transmissão de informações e conhecimentos sistematizados dos docentes para discentes, em diferentes campos do saber. Assim sendo, é necessário que a formação docente supere a limitação conferida ao uso da tecnologia do vídeo limitada apenas à dimensão operacional-tecnológica, devendo explorar suas vastas possibilidades didático-pedagógicas específicas, possibilitando aos docentes o desenvolvimento de autonomia para que seu uso não se restrinja à reprodução de modelos já ultrapassados (PEREIRA, 2013).

Nesse sentido, são válidas as contribuições de Pereira (2013) acerca das especificidades da utilização dos vídeos, enquanto tecnologia educacional no cotidiano educacional:

A inserção de tecnologias como o vídeo na sala de aula não pode ser encarada apenas como uma boa ideia: é preciso teorizar, dar lugar à prática e, ainda mais, é necessário se permitir experimentar, refletir e avaliar, rompendo com o paradigma de modelos tradicionais de ensino. Perraton (2000) considera que é preciso teorizar sobre o papel das TIC na educação de forma a garantir a seleção das melhores ferramentas e metodologias para promoção do progresso educacional. Apesar da concordância quanto à necessidade de teorização, as ideias de Perraton sugerem uma visão ferramental, determinista e quantitativa da pesquisa envolvendo o vídeo. Pretto (2005) bem coloca essa visão quando, em sua perspectiva do vídeo como instrumento (segundo a qual se busca a utilidade de novas tecnologias com uma evidente redução das possibilidades de seu uso), considera-o “apenas como mais um recurso didático-pedagógico [...] animador da velha educação, que rapidamente se desfaz, uma vez que o encanto pela novidade também deixa de existir” (PRETTO, 2005, p. 112). Essa perspectiva é apresentada pelo autor e associada a uma escola sem futuro, em contraposição à da fundamentalidade, associada a uma escola com futuro, segundo a qual o meio de comunicação é representante de uma nova forma de pensar e sentir, e constitutivo destes processos uma forma baseada mais no processo que na ferramenta. (PEREIRA, 2013, p. 32-33).

Pereira (2013) também acrescenta, com base em Silva e Oliveira (2010) que a utilização dos recursos midiáticos como ferramentas pedagógicas oportuniza aos discentes a investigação e reflexão dos temas abordados nos mesmos, como também possibilita a melhoria das práticas educacionais e a mediação pedagógica. Contudo, ainda se percebe claramente a influência positiva que os recursos audiovisuais exercem sobre os discentes da educação básica, não apenas como veículo de informação, mas como instrumento didático-pedagógico motivacional e estimulador da criatividade (PEREIRA, 2013).

A utilização dos vídeos pode proporcionar aos docentes a possibilidade de ministrar uma aula mais atrativa, conquanto possam trazer para dentro desta o dia a dia dos discentes, a complementariedade entre as linguagens de aprendizagem e a comunicação, inovando com situações significativas para o processo ensino aprendizagem nas escolas. Todavia, espera-se que a utilização das tecnologias audiovisuais seja melhor incorporada aos processos de ensino e aprendizagem, como necessária complementação das práticas pedagógicas dos docentes e possibilitem de fato a otimização qualitativa da educação pública brasileira (SILVA, 2010). A utilização dos recursos midiáticos nas práticas pedagógicas também tende a despertar nos discentes habilidades e competências voltadas para a reflexão e o questionamento crítico sobre o mundo que os cerca, ampliando sua visão e consciência enquanto sujeito de sua própria aprendizagem e ser humano. Nesse sentido, complementa Silva e Oliveira (2010):

Com os avanços da tecnologia, principalmente a *internet*, o professor não pode mais adotar uma postura de transmissor de conteúdos, mas de mediador crítico, capaz de articular os conteúdos programáticos às mídias que estão presentes no seu campo de trabalho (SILVA; OLIVEIRA, 2010, p. 4).

Diante do exposto, e com suporte nos estudos de Silva e Oliveira (2010) compreende-se também que vídeos em sala de aula fomentam nos alunos competências e habilidades diferenciadas em sua formação, de modo a ampliar a interação e interatividade entre os sujeitos do processo ensino-aprendizagem, bem como criam novas perspectivas face à construção do conhecimento, uma vez que tais tecnologias possibilitam uma práxis pedagógica mais envolvente e contextualizada com a realidade vivenciada pelos discentes.

3 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA E OS BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA

O referencial teórico que aborda este estudo foi estruturado por meio de três subcapítulos: a água e os recursos hídricos, os bioindicadores de qualidade de água e o biomonitoramento como alternativa de análise da qualidade de água.

O primeiro subcapítulo tem como ponto central a água e os recursos hídricos. Serão delineadas contribuições sobre sua definição, relevância e aspectos jurídicos, ao passo que num segundo momento são expostas considerações a respeito da crise hídrica no Brasil.

O segundo subcapítulo, o qual tem como foco os bioindicadores de qualidade de água, serão abordados os seguintes aspectos: os macroinvertebrados bentônicos, bem como sua classificação em grupos.

Por fim, o terceiro subcapítulo trata sobre o biomonitoramento como alternativa de análise da qualidade de água, concluindo assim, a matriz teórica do estudo desenvolvido.

3.1 A água e a importância dos recursos hídricos

A água é um elemento presente na natureza, sendo fundamental à existência da vida, disponível em diferentes estágios (sólido, líquido e gasoso), possibilitando assim a sua renovação através do ciclo hidrológico da terra, sendo, pois, um recurso natural renovável, indispensável às atividades humanas, inclusive para o desenvolvimento das nações e da própria sociedade (DEPRN; DUSM, [20--]).

Segundo Lemos (2009), O conceito de água, muitas vezes é confundido com o conceito de recursos hídricos, porém são distintos, mas não se excluem, apenas se complementam. Água é o gênero, é o recurso natural. Recurso Hídrico é água, a partir do momento que se torna valorada economicamente.

Ao passo que a água é tida como um recurso natural, a mesma pode ser concebida diferentemente do instituto dos recursos hídricos os quais, por sua vez, podem ser compreendidos como as parcelas das águas superficiais e subterrâneas que estão disponíveis para utilização, como também as que podem ser objeto de valoração econômica em razão desta.

3.1.1 Relevância e aspectos jurídicos da água

A água é concebida como um bem de todos, potencialmente de alto valor social, ambiental e econômico, é considerada também como desdobramento dos direitos humanos ou fundamentais conquanto seja condição necessária para a vida humana no planeta terra, como ainda faz parte do meio ambiente ecologicamente equilibrado, o qual é sustentado juridicamente no art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

A política nacional de recursos hídricos (PNRH) foi instituída em 1997 e é conhecida como a lei das águas, a qual instituiu os seus fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos:

Esse diploma legal reforça o fundamento da água como um bem de domínio público, detalhando que se trata de um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Paul Afonso Leme Machado (2002, p. 414) esclarece que "a dominalidade pública da água, afirmada na Lei n.9.433/97, não transforma o Poder Público federal e estadual em proprietário da água, mas torna-o gestor desse bem, no interesse de todos".

A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Um dos fundamentos da Política prevê que, em situações de escassez, o uso prioritário da água é para o consumo humano e dessedentação de animais. Tendo em vista a importância desse bem público e a possibilidade de escassez, a Política Nacional de Recursos Hídricos deve ser formulada, executada e avaliada por meio de gestão democrática, que conte com ampla participação social.

Um fundamento organizativo da PNRH é a fixação da Bacia Hidrográfica como unidade de implementação da Política e de planejamento e gestão do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como objetivos: I) assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; II) a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável e; III) a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (AITH; ROTHBARTH, 2015, p. 171-172).

A referida política nacional dos recursos hídricos, além de preconizar os seus instrumentos de gerenciamento, buscou inovar no sentido de possibilitar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, para casos específicos regulamentados em lei:

São instrumentos da PNRH os Planos de Recursos Hídricos, a regionalização, a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental, a articulação

com os usuários e com os planejamentos regionais, estaduais e nacional. No caso de sobreposição de competências, a União deverá se articular com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

Uma das inovações da Lei foi a regulamentação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Através da cobrança no uso e exploração da água, três grandes objetivos são buscados, de acordo com o artigo 19 da Lei n.9.433/2000: reconhecer a água como bem econômico e dar uma indicação do seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; obter recursos financeiros para programas previstos nos planos de recursos hídricos (AITH; ROTHBARTH, 2015, p. 172).

Com base na referida política nacional dos recursos hídricos, institucionalizada no Brasil, percebe-se a necessidade de adequado gerenciamento e utilização de tais recursos no país, considerando que a quantidade de água disponível no mesmo é finita, podendo variar no tempo e espaço, razões pelas quais a gestão destes recursos hídricos deve buscar garantir a sua disponibilidade não apenas quantitativa, mas também qualitativa para as presentes e futuras gerações (PEREIRA JÚNIOR, 2004).

3.1.2 A crise hídrica no Brasil

A preocupação com o meio ambiente e os recursos naturais, ganha vulto paradoxalmente com a emergência da globalização, marcada pela individualidade, competitividade e consumo exacerbado, contrapondo-se à modernidade, a qual vem acompanhada do ideário da reflexão, desencadeando assim inquietudes relacionadas ao equilíbrio ecológico, desmatamento, qualidade de vida, uso adequado da água, qualidade de vida, dentre outros, anunciando, desta forma, a chegada do paradigma da sustentabilidade, pelo qual se almejava o crescimento econômico, compatibilizado com a proteção do meio ambiente (exploração dos recursos naturais, buscando-se evitar prejuízos ao equilíbrio ecológico), e qualidade de vida, porém sem sobrepor-se a estes dois últimos aspectos (MOURA, 2015).

Assim sendo, o modelo da sustentabilidade em suas dimensões ambiental e social, perpassa pela tomada de consciência dos indivíduos, estado e sociedade em geral, no sentido de respeitar, controlar, regulamentar os recursos naturais existentes, conquanto não sejam finitivos, sendo, pois, limitados (MOURA, 2015).

Não obstante, segundo Goulart e Callisto (2003, p. 2), nos últimos tempos, o ambiente aquático têm sofrido alterações de maneira significativa devido aos múltiplos impactos de ordem ambiental, tendo como escopo, atividades de mineração, construção de barragens e represas, retificação e desvio do curso de rios, lançamento de efluentes

domésticos e industriais não tratados devidamente, desmatamento, uso inadequado dos solos, utilização de recursos pesqueiros sem critérios, introdução de espécies exóticas, dentre outras situações. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e a alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas.

Moura (2015, p. 3), vai mais além a inferir que no Brasil, a água, ou melhor, a ausência desse recurso, só se tornou tema importante e seguidamente está fazendo parte da agenda de instituições públicas e privadas, quando se percebeu a gravidade da situação hídrica, que tem comprometido a produção agrícola, o setor industrial, elétrico, de transportes, dentre outros.

O referido autor ainda faz considerações sobre a situação crítica dos recursos hídricos brasileiros:

A crise hídrica brasileira (como nos demais países) é consequência de inúmeras situações e fatores, tais como:

- Devastação e exploração do solo e do subsolo sem critérios;
- Expansão demográfica;
- Uso inadequado dos recursos naturais (desperdício);
- Fatores climáticos (aquecimento global);
- Poluição dos rios, mares e outras fontes hídricas. (MOURA, 2015, p. 4).

Tendo em vista tais fatores citados anteriormente, considera-se que no Brasil, de uma forma geral, a crise hídrica tem sido enfrentada, todavia de forma paliativa, por meio de políticas de reeducação dos usuários, sobretudo divulgadas pela mídia, buscando humanizar a relação destes com os recursos hídricos, restrições de uso da água, como por exemplo, através de racionamento desta (sistema de rodízios), usos alternativos de captação da água (como por exemplo, através da absorção de águas da chuva) e ainda algumas obras emergenciais, dentre outros.

3.2 Os bioindicadores de qualidade de água

Segundo Callisto, Gonçalves Júnior e Moreno (2005), os bioindicadores de qualidade de água consistem em espécies, como também grupos de espécies ou ainda comunidades biológicas, as quais, quando presentes, apontam a proporção de impactos ambientais em um determinado ecossistema aquático e sua respectiva bacia de drenagem. Utilizar os referidos bioindicadores de qualidade de água possibilita avaliar de forma integrada os efeitos ecológicos provenientes de variados elementos de poluição, sendo mais

efetivo que os critérios imediatos de padrões físicos e químicos (como por exemplo, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, teores totais e dissolvidos de nutrientes, etc.) os quais geralmente são aferidos no campo e utilizados para avaliação qualitativa das águas. A sua utilização como corolário das informações sobre a qualidade da água é sugerida pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos e a Diretriz da União Europeia de nº 94C 222/06, de 10 de agosto de 1994.

Dentre os bioindicadores, há grupos de espécies diretamente relacionados a um determinado agente poluidor ou a um fator natural potencialmente poluente (por exemplo, altas densidades de *Oligochaeta* – minhocas d'água” – e de larvas vermelhas de *Chironomus*, Diptera, em rios com elevados teores de matéria orgânica). Além disso, são importantes ferramentas para a avaliação da integridade ecológica (condição de “saúde” de um rio, avaliada através da comparação da qualidade da água e diversidade de organismos entre áreas impactadas e áreas de referência, ainda naturais e a montante). Os bioindicadores mais utilizados são aqueles capazes de diferenciar entre fenômenos naturais (por exemplo, mudanças de estação e ciclos de chuva-seca) e estresses de origem antrópica, relacionados a fontes de poluição pontuais ou difusas (CALLISTO; GONÇALVES JÚNIOR; MORENO, 2005, p. 4).

Os bioindicadores de qualidade de água, no que concernem à sua tolerância face a adversidades ambientais, considerando-se os chamados macroinvertebrados bentônicos (espécies de organismos que deduram a qualidade da água), podem ser classificados em três grupos principais (embora também comportem exceções dentro dos respectivos grupos): organismos sensíveis ou intolerantes, organismos tolerantes e organismos resistentes, os quais serão especificados posteriormente.

3.2.1 O que são bioindicadores?

Segundo Arias *et al.* (2007, p. 64), bioindicadores são definidos como qualquer resposta a um contaminante ambiental ao nível individual, medidos no organismo ou matriz biológica, indicando um desvio do status normal que não pode ser detectado no organismo intacto. Ou seja, são medidas de fluidos corporais, células, tecidos ou medidas realizadas sobre o organismo completo, que indicam, em termos bioquímicos, celulares, fisiológicos, compartimentais ou energéticos, a presença de substâncias contaminantes ou a magnitude da resposta do organismo alvo.

Existem bioindicadores moleculares, celulares e ao nível do animal completo. As duas características mais importantes dos bioindicadores são: a) permitem identificar as interações que ocorrem entre os contaminantes e os organismos vivos; b) possibilitam a mensuração de efeitos sub-letais. Esta última característica permite pôr em prática ações remediadoras ou, melhor ainda, ações preventivas. Daí a

importância e o interesse atual de incorporação da análise de bioindicadores em programas de avaliação da contaminação ambiental (ARIAS *et al.* 2007, p. 64).

Dessa forma, os bioindicadores podem indicar as diversas modificações passíveis de ocorrerem no meio ambiente, inclusive contaminações, destruições, poluições, seja no solo, no ar ou na água, sendo que os mesmos geralmente surgem em determinada cultura em quantidade proporcional ao desequilíbrio causado, sinalizando a ocorrência de algo de errado em um determinado sistema (OLIVEIRA; FREIRE; AQUINO, 2004, p. 11-12).

3.2.2 Os macroinvertebrados bentônicos

Segundo Bis e Kosmala (2005, p. 1), macroinvertebrados são organismos visíveis a olho nu (macro) e com ausência de coluna vertebral (invertebrados).

A coletividade de organismos denominados “bentônicos” significa que tem seu habitat no fundo de corpos d’água continentais, isto é, em rios e lagos. Esses animais invertebrados são eficazes para atividades consistentes em avaliação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas em ecossistemas aquáticos continentais. Dessa forma, são relevantes para indicação da qualidade da água de um determinado local (CALLISTO; GONÇALVES JÚNIOR; MORENO, 2005).

Parte dos macroinvertebrados bentônicos tem como sua alimentação a matéria orgânica gerada na coluna d’água ou daquela proveniente da vegetação marginal que cai no leito dos rios. Assim, os mesmos são significativos componentes da alimentação de outros animais, como por exemplo, peixes, anfíbios e aves aquáticas, em função de realizarem a transferência da energia que foi obtida através da matéria orgânica morta condensada no sedimento para os animais que se utilizaram deles para sua alimentação (CALLISTO; GONÇALVES JÚNIOR; MORENO, 2005).

Tendo em vista a relação de tolerância em face de adversidades ambientais, é possível classificar os macroinvertebrados bentônicos em três grupos principais (considera-se obviamente a existência de exceções nos respectivos grupos): organismos sensíveis ou intolerantes, organismos tolerantes e organismos resistentes (GOULART; CALLISTO, 2003, p. 4).

O primeiro grupo aflige principalmente representantes das ordens de insetos aquáticos Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera, e são caracterizados por organismos que possuem necessidade de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Normalmente são habitantes de ambientes com alta diversidade de habitats e microhabitats.

O segundo grupo é formado por uma ampla variedade de insetos aquáticos e outros invertebrados, incluindo moluscos, bivalves, algumas famílias de Diptera, e principalmente por representantes das ordens Heteroptera, Odonata e Coleoptera, embora algumas espécies destes grupos sejam habitantes típicos de ambientes não poluídos. A necessidade de concentrações elevadas de oxigênio dissolvido é menor, uma vez que parte dos representantes deste grupo, como os Heteroptera, adultos de Coleoptera e alguns Pulmonata (Gastropoda) utilizam o oxigênio atmosférico. O requerimento da diversidade de habitats e microhabitats também diminui, em função de uma maior plasticidade do grupo (muitos heterópteros e coleópteros vivem na lâmina d'água ou interface coluna d'água-superfície).

O terceiro grupo é formado por organismos extremamente tolerantes, por isso chamados de resistentes. É formado principalmente por larvas de Chironomidae e outros Diptera e por toda a classe Oligochaeta. Estes organismos são capazes de viver em condição de anóxia (depleção total de oxigênio) por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica depositada no sedimento, o que favorece a sua adaptação aos mais diversos ambientes. Tanto os Oligochaeta quanto os Chironomidae são organismos de hábito fossorial, não possuindo nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e microhabitats. (GOULART; CALLISTO, 2003, p. 4).

3.2.2.1 *Sensíveis ou intolerantes*

Segundo França, Dantas e Callisto (2008, p. 3), os organismos sensíveis ou intolerantes podem ser chamados de “bioindicadores de boa qualidade de água”, pois são muito sensíveis à poluição. Vivem no fundo dos rios, debaixo de pedras, em águas limpas e com muito oxigênio. Os autores ainda destacam “apelidos” para os bentos, com o intuito de promover uma melhor compreensão por parte dos estudantes, a saber: “Cachorrinho D'água” (Plecoptera), “Escorpião de Água” (Ephemeroptera) e “Arquiteto dos Rios” (Trichoptera).

A seguir, serão mostrados no Quadro 1, detalhadamente os organismos bentônicos classificados como sensíveis ou intolerantes, segundo Bis e Kosmala (2005, p. 2-4):

Quadro 1 - Organismos sensíveis ou intolerantes

(continua)

Organismo	Características	Tolerância à Poluição
<p>Plecoptera</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Plecoptera Apelido: Cachorrinho D'Água</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Possui dois cercos; • Três pares de patas na secção média do corpo (tórax); • Cada pata tem duas unhas; • Por vezes possuem tubos de brânquias; duas placas alares; • Corpos hidrodinâmicos para não serem arrastados pela corrente. <p>Habitat: Vivem embaixo de pedras em águas de correntes rápidas, de baixa temperatura (< 25°C) e com elevadas concentrações de oxigênio. Os rios de montanha são o seu habitat mais comum. As suas larvas também podem ser encontradas sobre as pedras, ou em troncos submersos e nos depósitos de folhas dos rios.</p> <p>Alimentação: A maioria das larvas de plecoptera alimentam-se de detritos, plantas mortas e algas.</p>	<p>Muito sensíveis a baixos níveis de oxigênio na água. Preferem água fria, uma vez que esta dissolve mais facilmente o oxigênio do que em águas quentes.</p>
<p>Ephemeroptera</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Ephemeroptera Apelido: Escorpião de Água</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normalmente têm três longos cercos; • Brânquias laterais ao longo do abdômen; um par de placas alares; • Três pares de patas na secção média do corpo (tórax); • Uma única unha em cada pata. <p>Habitat: Vivem debaixo das pedras, em águas de fluxo rápido ou entre a vegetação, em rios mais lentos. Algumas espécies têm o corpo achatado e fixam-se em rochas de rios de corrente rápida. São encontrados principalmente em águas permanentes, águas de boa qualidade: rios e lagos.</p> <p>Alimentação: A maioria é herbívora – alimentando-se apenas material vegetal, detritívoros – alimentando-se de material em decomposição, enquanto que outros são predadores. Algumas espécies são coletoras ou filtradoras de material orgânico que flutua na água, outros se alimentam de plantas ou diatomáceas das rochas.</p>	<p>Muito sensíveis a baixos níveis de oxigênio na água. Também são sensíveis a poluição química da água, fraco fluxo de água e luz solar (algumas vezes preferindo zonas de sombra).</p>

Quadro 1 - Organismos sensíveis ou intolerantes

(conclusão)

<p>Trichoptera</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Trichoptera Apelido: Arquiteto dos Rios</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Três pares de patas bem desenvolvidas nos três primeiros segmentos do corpo e ganchos no último segmento; • Os trichoptera são aparentados com as larvas de borboletas; • Alguns constroem casulos a partir de substrato orgânico e mineral. <p>Habitat: Vivem numa vasta gama de habitats aquáticos desde rios de fluxo rápido até as lagoas de água doce. Os seus corpos moles estão geralmente protegidos em um casulo. Usam o gancho na extremidade do seu corpo para se prenderem a ele. Algumas espécies não vivem em casulo, usam os seus ganchos para se agarrarem ao substrato do fundo do rio e para se moverem para trás para escapar de predadores.</p> <p>Alimentação: Algas e outras plantas (vivas e mortas). Algumas espécies alimentam-se de outros insetos e elaboram teias para capturar as suas presas; outros comem as algas fixadas nas plantas e pedras, ou fragmentam os depósitos de folhas.</p>	<p>Não toleram baixos níveis de oxigênio, e os que fragmentam os depósitos de folhas necessitam de rios com vegetação, com árvores a pender sobre a água.</p>
---	--	---

Nota: Adaptado de: Bis e Kosmala. Chave de Identificação para Macroinvertebrados Bentônicos de Água Doce, 2005.

Figura 1 - Plecoptera (Cachorrinho d'água)



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 2 - Ephemeroptera (Escorpião d'água)



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3 - Trichoptera (Arquiteto dos Rios)



Fonte: Arquivo pessoal.

3.2.2.2 *Tolerantes*

Segundo França, Dantas e Callisto (2008, p. 3), os organismos tolerantes vivem preferencialmente em águas limpas, mas podem tolerar o início do processo de poluição. Vivem no fundo, debaixo de pedras, nas margens ou nadando nos rios. Os autores ainda destacam “apelidos” para os bentos, com o intuito de promover uma melhor compreensão por parte dos estudantes, a saber: “Besouro D’água” (Coleoptera), “Megaloptera” (Fortão), “Barata D’Água” (Heteroptera) e “Libélula” (Odonata).

A seguir, serão mostrados no Quadro 2, detalhadamente os organismos bentônicos classificados como tolerantes, segundo Bis e Kosmala (2005, p. 5, 10, 13 e 15).

Quadro 2 - Organismos tolerantes

(continua)

Organismo	Características	Tolerância à Poluição
<p>Coleoptera</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Coleoptera Apelido: Besouro D'Água</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os adultos possuem dois élitros que cobrem e protegem as asas membranosas; • Muitos apresentam patas em forma de remo; • Têm uma cavidade por baixo das asas que contém uma reserva de ar, permitindo-lhes permanecerem debaixo de água por longos períodos; • Existem muitos tipos de larvas de besouro, geralmente, são segmentadas e cilíndricas, com seis patas e uma cabeça distinta; • As larvas respiram através de brânquias ou espiráculos (pequenos buracos) não necessitando de vir a superfície para obter ar. <p>Habitat: Tanto os adultos como as larvas vivem numa vasta gama de habitats aquáticos. São muitas vezes encontrados em linhas de água permanentes e de fluxo rápido, mas também em rios de fluxo lento, poças e lagos. Escondem-se entre a vegetação em zonas de corrente com pouca profundidade. Os adultos da maioria das espécies são voadores.</p> <p>Alimentação: As larvas se alimentam de material animal e vegetal, e são também predadores. Normalmente têm partes da boca adaptadas para morder as presas.</p>	<p>Tolerantes, algumas espécies (Gyrinidae) não toleram baixos níveis de oxigênio dissolvido.</p>
<p>Megaloptera</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Megaloptera Apelido: Fortão</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • São aquáticos, geralmente de cor vermelho acastanhada; • Parecem lagartas e têm brânquias ao longo de ambos os lados do seu abdômen; • Três pares de patas na secção média do corpo (tórax) com unhas muito finas e uma cauda única. <p>Habitat: Podem ser encontradas no fundo de rios de água doce, limpos e de corrente lenta. Preferem viver na lama ou debaixo das pedras.</p> <p>Alimentação: São predadores ativos de outros invertebrados aquáticos e possuem mandíbulas fortes e bem desenvolvidas que usam para agarrar as presas.</p>	<p>Tolerantes, contudo são sensíveis a baixos níveis de oxigênio na água, preferem águas frias saturadas de oxigênio a águas quentes.</p>

Quadro 2 - Organismos tolerantes

		(conclusão)
<p>Heteroptera</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Hemiptera Sub-ordem: Heteroptera Apelido: Barata D'Água</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • São planos e compridos, sem asas. • O segundo e terceiro par de patas são quase duas vezes mais longos que os seus corpos. • Patas anteriores pequenas para atacar e prender as presas • As suas patas têm pequenos pelos que contêm pequenas bolhas de ar, permitindo-lhes andar na superfície da água. <p>Habitat: Vivem na superfície de rios de pouca corrente ou de águas calmas. Geralmente juntam-se em grupos. Quando alarmados por fortes vibrações na água, apressam-se em busca de abrigo.</p> <p>Alimentação: São predadores e detritívoros. Alimentam-se de uma variedade de invertebrados aquáticos, incluindo camarões, larvas de mosquito que vêm à superfície, e insetos que caem na água. Têm uma boca adaptada a morder e sugar, apanham a presa e sugam-na. Podem localizar as suas presas sentindo os mínimos movimentos ou vibrações feitas na superfície da água.</p>	<p>Tolerantes, vivem sobre a água e não são influenciados pela poluição desta.</p>
<p>Odonata</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Odonata Apelido: Libélula</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corpos delgados, com três brânquias no final do corpo semelhantes a cercos; • Mandíbulas extensíveis que se situam por baixo da cabeça; • Patas próximas da cabeça; • Olhos grandes e compostos (formados por muitos e pequenos olhos) permitem-lhes uma excelente visão. <p>Habitat: Vivem nas plantas, entre as pedras e depósitos de folhas do fundo de lagoas ou de rios de fluxo lento.</p> <p>Alimentação: São predadores, alimentando-se maioritariamente de outros insetos na água, embora possam também ser canibais. Apanham o seu alimento com o lábio inferior (com dentes) que é normalmente articulado por baixo da cabeça do inseto.</p>	<p>Tolerantes, as suas larvas são sensíveis às perturbações do habitat porque precisam de vegetação aquática ou ripária nas águas onde habitam.</p>

Nota: Adaptado de: Bis e Kosmala. Chave de Identificação para Macroinvertebrados Bentônicos de Água Doce, 2005.

Figura 4 - Coleoptera (Besouro d'água)



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 5 - Megaloptera (Fortão)



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 6 - Heteroptera (Barata d'água)



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 7 - Odonata (Libélula)



Fonte: Bis e Kosmala, 2005, p. 10.

3.2.2.3 *Resistentes*

Segundo França, Dantas e Callisto (2008, p. 4), os organismos resistentes podem ser chamados de “bioindicadores de má qualidade de água”, pois sobrevivem em locais muito poluídos. Vivem no fundo dos rios, enterrados na areia ou lama, desde águas limpas até as sujas e sem oxigênio. Os autores ainda destacam “apelidos” para os bentos, com o intuito de promover uma melhor compreensão por parte dos estudantes, a saber: “Larva de Mosquitos” (Diptera), “Minhoca D’Água” (Annelida) e “Caramujo” (Mollusca).

A seguir, serão mostrados no Quadro 3, detalhadamente os organismos bentônicos classificados como resistentes, segundo Bis e Kosmala (2005, p. 11, 19-20):

Quadro 3 - Organismos resistentes

(continua)

Organismo	Características	Tolerância à Poluição
<p>Diptera</p> <p>Filo: Arthropoda Classe: Insecta Ordem: Diptera Família: Chironomidae Apelido: Larva de Mosquitos</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semelhante a uma minhoca, com forma de C; • As larvas de chironomidae podem ser de várias cores, apenas as vermelhas são chamadas vermes sanguíneos. <p>Habitat: A maioria dos vermes sanguíneos se encontram há cinco centímetros do sedimento (lodo do fundo das linhas de água). Muitas espécies vivem numa espécie de tubos de seda enquanto outros vivem livremente. Alguns podem viver na lama e água com baixos níveis de oxigênio. São uma importante fonte de alimento para insetos aquáticos maiores e para os peixes.</p> <p>Alimentação: Os vermes sanguíneos são geralmente detritívoros, alimentando-se de matéria morta animal e vegetal, outros são herbívoros comendo apenas plantas.</p>	<p>Muito tolerantes, têm hemoglobina, como os mamíferos, o que lhes permite captar melhor o oxigênio. Por este motivo não necessitam de muito oxigênio dissolvido no seu ambiente.</p>
<p>Annelida</p> <p>Filo: Annelida Classe: Oligochaeta Apelido: Minhoca D'Água</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corpos segmentados com extremidades arredondadas, sem patas e sem ventosas; • Em sua maioria possuem coloração vermelha; • Algumas espécies são pequenas com poucos segmentos e com o corpo claramente dividido em regiões especializadas; • Algumas espécies possuem algumas ou várias centenas de segmentos • Em certas espécies existem brânquias externas. <p>Habitat: Ocorrem numa vasta gama de condições, em águas paradas e correntes.</p> <p>Alimentação: Alimentam-se de material orgânico e bactérias que estão presentes nos fragmentos de rochas e na lama. A lama é ingerida, mas não digerida.</p>	<p>Muito tolerantes, podem viver em rios com poluição orgânica uma vez que conseguem sobreviver em ambientes de baixa concentração de oxigênio.</p>

Quadro 3 - Organismos resistentes

		(conclusão)
<p>Mollusca</p> <p>Filo: Mollusca Apelido: Caramujo</p>	<p>Identificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Possui conchas que articulam uma com a outra, encontrando-se na maioria das vezes fechadas; • Têm conchas espessas, algumas de forma alongada, outras mais arredondadas; • Durante o processo de alimentação, as brânquias filtram as partículas da água para a concha. <p>Habitat: Habitam no fundo dos rios, canais de irrigação e canteiros. Alguns conseguem sobreviver a extensos períodos de seca, enterrando-se na lama e fechando a sua concha.</p> <p>Alimentação: Alimentam-se de animais microscópicos e plantas. A sua alimentação e respiração é realizada sugando a água através de tubos, os sifões, que filtram as partículas.</p>	<p>São classificados como resistentes devido serem possíveis vetores de doenças, ao abrigar vermes em sua concha. Os bivalves podem acumular substâncias químicas de teor tóxicos nos seus tecidos.</p>

Nota: Organismos resistentes. Adaptado de: Bis e Kosmala. Chave de Identificação para Macroinvertebrados Bentônicos de Água Doce, 2005.

Segundo França, Dantas e Callisto (2008, p. 4), o gênero Mollusca apesar de ser considerado tolerante a certos níveis de poluição, vive dentro de uma concha que o protege dos predadores. Alguns vermes aproveitam da sua concha e utilizam-na como “esconderijo”, ao qual podem causar doenças, assim sendo, este organismo indica má qualidade de água e por este motivo é classificado como resistente.

Figura 8 - Diptera (Larva de Mosquitos)



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 9 - Annelida (Minhoca d'água)



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 10 - Mollusca (Caramujo)



Fonte: Arquivo pessoal.

3.3 O biomonitoramento como alternativa de análise da qualidade de água

A utilização dos bioindicadores de qualidade da água é extremamente significativa para a efetivação do biomonitoramento em razão de suas peculiaridades a determinados tipos de impacto nas águas, conquanto a sensibilidade que os mesmos possuem em face de sua tolerância às adversidades ambientais, inclusive a determinados tipos de poluentes. Desta forma, a abordagem do biomonitoramento fundamenta-se em pesquisas de campo, que buscam analisar as alterações estruturais e funcionais encontradas em determinado local (ARIAS *et al.*, 2007, p. 66).

Através de um programa de biomonitoramento podemos avaliar se os organismos são adaptados às condições ecológicas e se são capazes de viver em águas com características distintas. Em trechos de rios bem preservados onde as condições são naturais, é possível encontrarmos organismos sensíveis à poluição e indicadores de águas de ótima qualidade. Por outro lado, em rios poluídos, que recebem esgotos domésticos sem tratamento, lixo e efluentes industriais, vivem organismos capazes de viver em águas contaminadas. Essas características permitem caracterizar comunidades de organismos bentônicos em um gradiente de tolerância à poluição. O ideal é que encontremos uma ampla variedade de organismos, desde sensíveis a tolerantes e resistentes. O problema começa quando os organismos sensíveis desaparecem e, depois, também desaparecem os tolerantes, e então restam apenas os resistentes.

Estudando os bioindicadores que vivem no fundo dos rios, temos um excelente laboratório ao ar livre, onde é possível aprender muito sobre a qualidade da água. Assim, podemos contribuir para a preservação de nossas águas e ajudar as pessoas a evitar doenças. Crianças e jovens em escolas públicas e particulares têm incorporado

esta abordagem ecológica em seu cotidiano, através de iniciativas de mobilização social para conservação da biodiversidade (CALLISTO; FRANÇA, 2012, p. 201).

Segundo Goulart e Callisto (2003), diversos são os motivos para a utilização do biomonitoramento, também conhecido por monitoramento biológico:

os macroinvertebrados bentônicos possuem hábito sedentário, sendo portanto, representativos da área na qual foram coletados; 2), apresentam ciclos de vida relativamente curtos em relação aos ciclos dos peixes e irão portanto refletir mais rapidamente as modificações do ambiente através de mudanças na estrutura das populações e comunidades; 3) os macroinvertebrados vivem e se alimentam dentro, sobre, e próximo aos sedimentos, onde as toxinas tendem a acumular; 4) as comunidades de macroinvertebrados bentônicos apresentam elevada diversidade biológica, o que significa em uma maior variabilidade de respostas frente à diferentes tipos de impactos ambientais; e 5) os macroinvertebrados são importantes componentes dos ecossistemas aquáticos, formando como um elo entre os produtores primários e servindo como alimento para muitos peixes, além de apresentar papel fundamental no processamento de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (ROSENBERG; RESH, 1993; WARD *et al.*, 1995; REECE; RICHARDSON, 1999; CALLISTO; MORETTI; GOULART., 2001 *apud* GOULART; CALLISTO, 2003, p. 3-4).

Segundo Goulart e Callisto (2003, p. 3), o Programa de Biomonitoramento Ambiental deve ser realizado por meio de protocolos que objetivam a avaliação de índices biológicos, tendo como base os macroinvertebrados bentônicos e o seu habitat. Dentre os métodos, devem abranger o levantamento de espécies e índices de diversidade, quantitativo de organismos resistentes, perda de organismos sensíveis, etc.

Goulart e Callisto (2003) também consideram a necessidade do monitoramento biológico na avaliação preliminar de riscos biológicos, de forma preventiva dos ecossistemas em risco, em virtude da gama de diversidade dos impactos ambientais que podem incidir sobre os ecossistemas aquáticos.

Segundo Callisto, Gonçalves Júnior e Moreno (2005), esclarecem sobre o Programa de Biomonitoramento Ambiental:

É o que integra medições físicas, químicas e biológicas, permitindo a caracterização físico-química dos ecossistemas aquáticos de uma bacia hidrográfica e o estudo da ecologia dos organismos bioindicadores de qualidade da água. O uso desses organismos como bioindicadores é baseado em um princípio simples: submetidos a condições adversas, os organismos se adaptam ou morrem. Portanto, os organismos que vivem em um dado ecossistema estão adaptados as suas condições ambientais e, por isso, devem refletir o nível de preservação das condições naturais ou as alterações provocadas pela emissão de poluentes ambientais (CALLISTO; GONÇALVES JÚNIOR; MORENO, 2005, p. 5).

A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) por meio da equipe do Laboratório de Ecologia de Bentos do Instituto de Ciências Biológicas realiza pesquisas e

promovem atividades de Educação Ambiental por meio dos Bioindicadores de Qualidade de Água, levando o trabalho para diversas escolas no circuito da bacia do Rio das Velhas, inclusive realizando capacitação de professores e equipes que se interessam em trabalhar com o tema nas escolas de educação básica, segundo Callisto *et al.* (2006).

Assim sendo, em consonância com as contribuições dos autores mencionados anteriormente, Queiroz, Moura e Silva (2008) também consideram que o biomonitoramento é uma alternativa necessária para a análise qualitativa da água, sendo que o mesmo é fundamental para assegurar a preservação do meio ambiente, o desenvolvimento da economia, a saúde pública e a qualidade de vida dos seres humanos. Tal procedimento tornou-se fundamental para o manejo ambiental e, sobretudo para a proteção dos ecossistemas aquáticos, conquanto o mesmo permita demonstrar se a situação da integridade dos referidos ecossistemas vem sendo mantida também pode ser associado ao monitoramento físico, químico e biológico da água, por meio de *kits* e protocolos laboratoriais, permitindo assim, uma visão mais ampla do processo de biomonitoramento.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO, DADOS COLETADOS E ANÁLISES

Este capítulo tem por finalidade descrever as etapas realizadas no projeto de pesquisa, bem como realizar a análise dos resultados obtidos com a produção do vídeo, objetivo deste estudo.

O primeiro subcapítulo irá apresentar o desenvolvimento do Projeto de Pesquisa.

O segundo subcapítulo, apresentará a metodologia aplicada para coleta de dados, a metodologia de elaboração do roteiro de vídeo, bem como o processo de produção.

Por fim, o terceiro subcapítulo descreverá o perfil das escolas, dos estudantes e dos professores, além de relevar os resultados da pesquisa proposta.

4.1 Desenvolvimento do projeto de pesquisa

A ideia de desenvolver esta pesquisa para os educadores e estudantes da educação básica pública do município de Gouveia – MG surgiu em função da necessidade de trabalhos que tragam mais clareza sobre os problemas socioambientais, e também da urgência de uma discussão mais ampla sobre o uso das tecnologias na compreensão e busca de soluções para os impactos ambientais. É de conhecimento que o ser humano vive em uma época de crise hídrica, pois, os cursos d'água têm sido utilizados como receptores de diversos tipos de rejeitos. Essa motivação surgiu devido ao fato do município de Gouveia – MG ter passado por inúmeros cortes de abastecimento de água, prejudicando toda a população, devido à escassez e a ausência de alternativas hídricas. Nessa perspectiva, o primeiro Fórum de Discussões sobre Queimadas em Vegetação Nativa na Serra do Espinhaço, realizado em Gouveia – MG pela Organização Não Governamental (ONG) Caminhos da Serra – Ambiente, Educação e Cidadania, em 2016, no qual se discutiu tais assuntos, desmembrou-se em uma preocupação de alguns professores presentes sobre a ausência do desenvolvimento de trabalhos de Educação Ambiental voltados para a importância da água e sua preservação dentro das escolas.

Após os fatos relatados, o pesquisador conversou com o presidente da ONG Caminhos da Serra ao qual apresentou uma demanda sobre a retomada de um Projeto denominado “Tem Bicho na Água” iniciado em 2007, proposto inicialmente e de autoria do Laboratório de Ecologia de Bentos da UFMG. Este projeto trabalha a importância dos macroinvertebrados aquáticos na aferição da qualidade dos cursos d'água. A UFMG, por meio dos seus pesquisadores, leva este projeto para diversas escolas no âmbito da bacia do Rio das

Velhas, em parceria com diversas instituições. Além disso, possuem vários outros projetos paralelos relacionados ao Biomonitoramento e à Ecologia de Bentos.

Afora o exposto acima, esta proposta apresentou a oportunidade de desenvolvimento de uma pesquisa de mestrado, visando contribuir com o desenvolvimento de ações em Educação Ambiental para um município de pequeno porte, com características semelhantes a centenas de outros no país que enfrentam situações similares com relação à conservação dos recursos hídricos.

Considerando a habilidade deste pesquisador sobre edição e produção de vídeos, a pesquisa se baseou em produzir um material didático em formato de DVD-Vídeo para subsidiar atividades interdisciplinares em Educação Ambiental pela ONG Caminhos da Serra, proporcionando o conhecimento teórico sobre os macroinvertebrados bentônicos e sua importância. Este produto, fruto da pesquisa, foi testado em duas escolas rurais, locais onde as atividades foram desenvolvidas.

A pesquisa visou ampliar o conhecimento da temática por meio da utilização de um vídeo com a proposição de ações interdisciplinares de Educação Ambiental, colaborando com a formação de estudantes e subsidiando atividades de educadores, levando em consideração a globalização e os recursos tecnológicos, enfatizando os bioindicadores de qualidade de água (macroinvertebrados bentônicos) em escolas públicas do município de Gouveia – MG em parceria com a ONG Caminhos da Serra – Ambiente, Educação e Cidadania.

Com o desenvolvimento deste projeto, esperou-se contribuir com a difusão de práticas ambientalmente corretas, bem como instigar de alguma forma, a consciência ambiental dos sujeitos envolvidos alicerçado com o uso da tecnologia com ênfase em um vídeo educacional produzido pelo pesquisador.

Sendo assim, esta pesquisa objetivou descobrir a efetividade do conteúdo deste vídeo como subsídios para atividades de Educação Ambiental, na análise e aprendizagem sobre os bioindicadores da qualidade da água (macroinvertebrados bentônicos) em cursos d'água no município de Gouveia – MG. A pesquisa ora proposta alicerçou questões da Educação Ambiental com o uso das tecnologias na educação básica, além de instigar a disseminação de práticas da educação na sociedade e a promoção da inserção desses ideais entre os sujeitos apoiando-se na aprendizagem interativa. Assim sendo, em todo esse contexto, este projeto de pesquisa determinou a utilização deste vídeo especificamente para o aprendizado dos estudantes de modo a colaborar com o processo de avaliação ambiental com a participação dos envolvidos no ensino e aprendizagem, utilizando as ferramentas

tecnológicas disponíveis no que diz respeito às questões ambientais acerca dos recursos hídricos, na expectativa de discussão e reflexão na escola sobre a importância da água, sua preservação e promover o entendimento que permita aos educadores e aos estudantes, a identificação dos bioindicadores da qualidade da água (macroinvertebrados aquáticos) e sua importância para a saúde das águas.

O município de Gouveia – MG situa-se na microrregião do Alto Jequitinhonha, integrando a área mineradora de Diamantina – MG, apresenta território de 867 Km², limitando-se com os municípios de Datas, Diamantina, Monjolos, Presidente Juscelino, Santana de Pirapama e Conceição do Mato Dentro. A localidade está cercada de montanhas e serras que engrandecem a paisagem, rios, cachoeiras e riquíssima vegetação típica do cerrado mineiro, com diversas espécies de fauna e flora.

Por sua vez, a ONG Caminhos da Serra – Ambiente, Educação e Cidadania foi criada em 1998 e registrada em 31 de março de 1999, tendo como sede este município de Gouveia – MG, e seu presidente e fundador, o Sr. Alex Mendes Santos. A ONG tem como objetivo promover ações que visam à construção de valores sociais, éticos, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências, voltadas para a proteção e conservação do meio ambiente e dos patrimônios naturais, artísticos, históricos e culturais de Gouveia – MG e região. Em sua história de quase 20 (vinte) anos de funcionamento, já desenvolveu incontáveis atividades em prol do conhecimento e das boas práticas ambientais.

O referido Projeto de Pesquisa foi registrado na Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PRPPG) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela professora orientadora, Flaviana Tavares Vieira Teixeira sob o protocolo: 10972016 em 01/10/2016 e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o protocolo CAAE 69082517.2.0000.5108, por meio da Plataforma Brasil.

4.2 Metodologia

Conforme mencionado anteriormente, as atividades foram desenvolvidas no município de Gouveia – MG em parceria com a ONG Caminhos da Serra, Ambiente, Educação e Cidadania, ao qual esta, selecionou as escolas participantes, a saber: Escola Municipal Zezé Ribas e Escola Municipal João Baiano, ambas escolas rurais que atendem as necessidades dessas comunidades. Em consequência, houve uma contribuição da Prefeitura Municipal, ao ceder uma servidora para trabalhar as atividades socioambientais nas escolas. O pesquisador foi informado posteriormente e dessa forma, ficou acordado que o referido iria

produzir o material didático em vídeo, objeto deste estudo para subsidiar e auxiliar nas atividades propostas pela ONG, como forma de apoio.

O motivo da escolha das escolas do município de Gouveia – MG se dá por ser referência, de acordo com a pontuação no Índice de Oportunidades da Educação Brasileira (IOEB) em 2016, estando dentre as 500 melhores escolas do país, na posição no ranking 358º e também pelo advento da parceira atuar neste município (CENTRO DE LIDERANÇA PÚBLICA, 2016).

Este projeto de pesquisa teve uma abordagem qualitativa e quantitativa com a utilização dos pressupostos teóricos, dos macroinvertebrados bentônicos, da elaboração do material didático utilizando as tecnologias (vídeo) e aplicação de questionários com os sujeitos envolvidos no processo com objetivo exclusivo de avaliar a pesquisa aplicada.

Os procedimentos operacionais para o desenvolvimento da pesquisa foram divididos em três etapas: identificação e análise dos bioindicadores de qualidade de água (macroinvertebrados bentônicos) com leituras e obras de referência, desenvolvimento do material didático em vídeo e por fim, aplicação de questionários para avaliar a efetividade deste conteúdo.

A primeira etapa foi dedicada ao levantamento bibliográfico com intuito de realizar o reconhecimento de organismos bioindicadores de qualidade de água, métodos de coleta e os seus significados frente às alterações ambientais. Além disso, houve uma grande contribuição por meio de um curso de capacitação fornecido pela equipe do Laboratório de Ecologia de Bentos da UFMG em parceria com a ONG Caminhos da Serra, proposto pela pesquisadora França (2017), que propiciou um conhecimento teórico e prático sobre o tema que posteriormente seria abordado no vídeo. O pesquisador também realizou uma visita ao Laboratório de Bentos da UFMG com o intuito de conhecê-lo.

A segunda etapa foi realizada com o desenvolvimento do vídeo, fruto da pesquisa, e que posteriormente foi aplicado nas escolas. Nesta etapa, procurou-se desenvolver um roteiro com temas de relevância ambiental, como a preservação das águas, a sua importância e os macroinvertebrados bentônicos de fácil compreensão. Após a confecção do vídeo, o mesmo foi apresentado aos alunos das referidas escolas e depois, aos professores.

A terceira e última etapa foi realizada com o intuito de realizar uma avaliação geral do vídeo, buscando compreender a sua efetividade, validado pela aplicação de questionários com os sujeitos que o assistiram, visando compreender e aferir se os objetivos foram alcançados.

4.2.1 Produção do Vídeo

O roteiro do vídeo foi definido com o objetivo de mostrar a importância da preservação da água, a importância dos macroinvertebrados aquáticos como indicadores de qualidade da água e como identificá-los. Ao final, esperou-se que o aluno pudesse compreender a sua importância e a relevância para o meio ambiente.

Prevedello (2013) *apud* Prevedello *et al.* (2015) esclarece de uma forma bem clara a questão de direitos autorais em conteúdo didático para Educação a Distância (EaD), que por inferência se compara à produção do vídeo, conforme descrito:

O que pode ser utilizado em material didático para EaD sem ferir os direitos do autor:

- Direito de citação: é livre, não constitui ofensa aos direitos autorais citação de: livros, jornais, revistas ou qualquer outro meio de comunicação, de passagens de qualquer obra, para fins de estudo, crítica ou polêmica. A menção da fonte da obra é obrigatória, se não, caracteriza plágio.
- Imagens da *internet*: de uma maneira geral, podem ser utilizadas, desde que citadas nas referências do trabalho. Mas, é importante verificar também se a obra deixa expressamente claro que permite o seu uso.
- Músicas e vídeos do *Youtube*: Seguem a mesma regra dos anteriores, sempre citar a fonte, mas somente se o autor autorizar ou deixar claro que seu uso é autorizado. Se a obra estiver em domínio público, pode ser usada livremente. Uma alternativa é não disponibilizar o vídeo completo no material didático, se for um curso on-line, pode-se indicar o link do vídeo ou obra, pois, isso não caracteriza publicação ou distribuição de obra que pertencente a outra pessoa.
- Materiais publicados pelo Ministério da Educação e Governos de Estado: são protegidos por direitos autorais, sejam eles disponibilizados em sites públicos ou privados. Assim como os anteriores, como via de regra, é importante consultar se a sua utilização é, de forma alguma, irrestrita. Em resumo, mesmo o material estando postado em um portal público, está sujeito a LDA.
- Materiais para fins didáticos na Rede Pública: seguem a mesma LDA e os outros dispositivos da Constituição Federal ligados aos direitos autorais.
- Fotografias de obras de arte tiradas pelo professor-autor: o professor, como autor da fotografia, detém os direitos da imagem, mas é importante conhecer se a obra retratada é protegida por direitos autorais, sendo assim, deve-se ter a autorização, de preferência por escrito, do detentor dos direitos autorais.
- Fotografias de pessoas tiradas pelo professor-autor: da mesma maneira que o tópico anterior, as pessoas retratadas devem autorizar o uso de sua imagem. É importante que conste na autorização a finalidade da fotografia e qual será a sua utilização. Existem alguns casos em que é dispensada a autorização, tratam-se de: pessoas públicas, no exercício de cargos públicos, envolvendo o interesse e informação de toda a sociedade.
- Obras de domínio público: todas as obras em domínio público são de livre reprodução e utilização. (PREVEDELLO, 2013 *apud* PREVEDELLO *et al.* 2015).

Ao ter em mente todo o arcabouço bibliográfico e os objetivos do vídeo, o próximo passo foi a produção do roteiro.

4.2.2 Roteiro

A seguir o roteiro do vídeo é exposto em texto, conforme o referencial teórico disponível e consultado. Cabe ressaltar que este pesquisador se preocupou em produzir um material de fácil compreensão e que pudesse ser aplicado a estudantes do Ensino Fundamental (a partir do 6º ano) e Ensino Médio, segundo ARAUJO (2018):

A água

Antes de introduzirmos o tema é bom sempre lembrar que sem água não haveria vida em nosso planeta. A água é um elemento essencial para o funcionamento dos ecossistemas e da vida, como a formação e dinâmica dos solos e do clima. Constitui-se um habitat de incontáveis espécies; é indispensável para o funcionamento metabólico de todas as formas de vida e tem uma infinidade de usos em tudo o que a humanidade utiliza e produz. A busca por vida em outros planetas inicia-se pela busca de evidências da existência de água, já que sem água não existe vida.

A água é o elemento de ligação de todos os subsistemas ambientais. Qualquer degradação no ambiente causará desequilíbrios nos cursos d'água, trazendo consequências na disponibilidade e demanda, no equilíbrio dos ecossistemas, na manutenção da produção e na saúde da população (proliferação de doenças e vetores). (Secretaria de Educação do Estado do Paraná, 2009).

A crise hídrica

Atualmente, um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável adequada para consumo, de acordo com relatório anual de 2014, da *Food and Agriculture Organization (FAO)*, que se refere a um dos setores da Organização das Nações Unidas (ONU) para alimentação e agricultura. O documento citado afirma ainda que a previsão para 2050 é o impedimento de acesso à água para aproximadamente dois bilhões e quinhentos milhões de pessoas. É um número bem expressivo, não concorda?

A crise hídrica brasileira como nos demais países é consequência de inúmeras situações e fatores, tais como:

- Devastação e exploração do solo e do subsolo sem critérios;
- Expansão demográfica;
- Uso inadequado dos recursos naturais (desperdício);
- Fatores climáticos (aquecimento global);
- Poluição dos rios, mares e outras fontes hídricas. (MOURA, 2015).

Os Bioindicadores de qualidade de água

Os bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema. No nosso caso, iremos trabalhar com indicadores de qualidade de água. Sua utilização permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição. Além disso, a utilização dos bioindicadores é mais eficiente do que as medidas instantâneas de parâmetros físicos e químicos (por exemplo, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, teores totais e dissolvidos de nutrientes, etc.) que são normalmente medidos no campo e utilizados para avaliar a qualidade das águas.

Você já deve ter observado que vivem bichinhos na água. Esses organismos são conhecidos como bentos. O significado desta palavra é de origem grega, que significa “fundo dos corpos d'água” e eles podem dedurar a qualidade de água de um rio, por exemplo. E é sobre eles que iremos falar agora. (CALLISTO, M.; GONÇALVES JÚNIOR, J.F; MORENO P., 2005).

Os macroinvertebrados bentônicos

Os macroinvertebrados bentônicos são bioindicadores adaptados a um conjunto de características físicas e químicas (por exemplo: temperatura, oxigênio, transparência), relacionadas à qualidade e nível de preservação de condições ecológicas dos ecossistemas aquáticos. Entre os macroinvertebrados bentônicos

existem organismos sensíveis à poluição, os indicadores de águas limpas, de boa qualidade; os tolerantes a mudanças ambientais e que, portanto, estão presentes em um grande número de ambientes aquáticos; e os resistentes à poluição – os indicadores de má qualidade de água. (CALLISTO, M.; FRANÇA, J. S., 2012).

O reconhecimento dos Bentos

Vamos agora conhecer detalhadamente cada um desses organismos.

Sensíveis ou Intolerantes:

Podem ser chamados de “bioindicadores de boa qualidade de água”, pois são muito sensíveis à poluição. Vivem no fundo dos rios, debaixo de pedras, em águas limpas e com muito oxigênio.

Então agora vamos conhecê-los:

Plecoptera:

Apelido: Cachorrinho D’água

Curiosidade: Por ser muito sensível é considerado o mascote dos bioindicadores.

Vivem embaixo de pedras em águas de correntes rápidas, de baixa temperatura (< 25°C) e com elevadas concentrações de oxigênio, são encontradas sobre as pedras, em troncos submersos e nos depósitos de folhas dos rios.

Ephemeroptera:

Apelido: Escorpião da água

Curiosidade: Vive como larva durante meses, mas quando adulto vive apenas dois dias para acasalar.

Vivem debaixo das pedras, em águas de fluxo rápido ou entre a vegetação, em rios mais lentos. Algumas espécies têm o corpo achatado e fixam-se em rochas de rios de corrente rápida. São encontrados em águas de boa qualidade.

Trichoptera:

Apelido: Arquiteto dos rios

Curiosidade: Constroem sua própria casa usando a saliva como cola

Vivem numa vasta gama de habitats aquáticos desde rios de fluxo rápido e em lagoas. Os seus corpos moles estão geralmente protegidos em uma espécie de casulo. Usam o gancho na extremidade do seu corpo para se prenderem a ele. Algumas espécies não vivem em casulo, usam os seus ganchos para se agarrarem ao substrato do fundo do rio e para se moverem para escapar de predadores.

Tolerantes:

Vivem preferencialmente em águas limpas, mas podem tolerar o início do processo de poluição. Vivem no fundo, debaixo de pedras, nas margens ou nadando nos rios.

Então agora vamos agora conhecê-los:

Coleoptera:

Apelido: Besouro D’água

Curiosidade: Alguns vivem todo tempo na água, outros têm adultos terrestres

Tanto os adultos como as larvas vivem numa vasta gama de habitats aquáticos. São encontrados em águas de fluxo rápido e fluxo lento. Escondem-se entre a vegetação em zonas de corrente com pouca profundidade. Os adultos da maioria das espécies são voadores.

Megaloptera:

Apelido: Fortão

Curiosidade: Como o próprio nome diz é o maior dos bioindicadores, e alcança 12 cm. É um predador, se alimentando de outros organismos.

Podem ser encontradas no fundo de rios de água doce, limpos e de corrente lenta. Preferem viver na lama ou debaixo das pedras.

Heteroptera:

Apelido: Barata D’água

Curiosidade: Apesar do apelido são diferentes daquelas “baratas” que aparecem nas casas.

Vivem na superfície de rios de pouca corrente e outros tipos de águas calmas. Geralmente juntam-se em grupos. Quando alarmados por fortes vibrações na água, apressam-se em busca de abrigo.

Odonata:

Apelido: Libélula

Curiosidade: Entre os insetos, são os que têm melhor visão, e usam dessa qualidade para agarrar sua presa, pois são predadores.

Vivem nas plantas, entre as pedras e depósitos de folhas do fundo de lagoas ou de rios de fluxo lento.

Resistentes:

Podem ser chamados de “bioindicadores de má qualidade de água”, pois são muito resistentes e sobrevivem em locais muito poluídos. Vivem no fundo dos rios, enterrados na areia ou lama, desde águas limpas até as sujas e sem oxigênio.

Então agora vamos agora conhecê-los:

Diptera:

Apelido: Larva de Mosquito

Curiosidade: Quando adulto vira um mosquito que mais parece um pernilongo, mas não gosta de sangue, e sim, do néctar das flores.

A maioria encontra-se há cinco centímetros do sedimento (lodo do fundo das linhas de água). Muitas espécies vivem numa espécie de tubos de seda enquanto outros vivem livremente. Alguns podem viver na lama e água com baixos níveis de oxigênio.

Anellida:

Apelido: Minhoca D'água

Curiosidade: Parece com a minhoca da terra, porém é bem pequenininha e aparece na água.

Ocorrem numa vasta gama de condições, em águas paradas e correntes.

Mollusca:

Apelido: Caramujo

Curiosidade: Vive dentro de uma concha que o protege dos predadores. Alguns vermes aproveitam a sua concha como “esconderijo” e podem causar doenças. Por isso, evite entrar em lagos e lagoas quando você o encontrar.

Habitam no fundo dos rios, canais de irrigação e canteiros. Alguns conseguem sobreviver a extensos períodos de seca, enterrando-se na lama e fechando a sua concha. (CALLISTO, M.; GONÇALVES JÚNIOR, J.F.; MORENO P., 2005; FRANÇA, J. S.; DANTAS, C. B.; CALLISTO, M, 2008; BIS; KOSMALA, 2005; MORETTI, 2005).

A Coleta dos Bentos

Agora que você conhece os bentos e sabe onde eles vivem e onde podem ser encontrados, mãos à obra! Para coletá-los é bem simples: basta deixar uma peneira ou coador comum, desses que se encontra em supermercados por alguns minutos no rio. Utilize ferramentas como pás, ancinhos e enxadas para remover pedras, se necessário. Você deverá colocá-los em uma bacia ou recipiente de plástico na cor branca para um melhor manuseio. Utilize pinças e lupas para uma melhor observação. Seja rápido! Alguns bentos são predadores! Anote a quantidade de cada organismo que foi encontrado. Faça a coleta em um ou mais pontos de um rio.

Em seguida, selecione as melhores amostras e reserve em um recipiente com álcool, identificando-os. (FRANÇA, 20--)

Nesta etapa, preste bastante atenção nas orientações do seu professor, para sua segurança.

Análise da Qualidade de Água

Para realizar a análise físico-química, utilize *kits* de análise de água. Esses podem ser encontrados facilmente na *internet* ou em lojas especializadas. No *kit* há instruções de utilização e valores indicativos. Veja o que pode ser analisado e o que indicam:

Temperatura: Possuem faixa específica que proporciona melhor crescimento para determinados organismos.

Cloreto: Sua presença é justificada pela salinidade da água, que é influenciada por fatores como esgoto doméstico e industrial.

Oxigênio dissolvido: Sua presença é importante, pois permite juntamente com outros fatores ambientais a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas aquáticos.

Amônia: A presença indica a possibilidade de contaminação recente, microbiológica ou química, altamente prejudicial à saúde.

Ferro: Concentrações acima de 1ppm podem ocorrer naturalmente em locais que recebem esgotos industriais.

Ortofosfato: Estão presentes em águas com contaminação de esgoto, uma vez que se encontram principalmente nos detergentes.

pH: Fator de medida da intensidade de amostras ácidas e básicas.

Turbidez: Presença de partículas insolúveis, como argila, areia fina, material mineral, resíduos orgânicos, plâncton e outros organismos microscópicos na água, alterando a penetração da luz. (CALLISTO *et al.*, 2013).

Análise e Interpretação dos Resultados

Agora é a parte mais legal! Após ter realizado a coleta dos bentos, classifique-os em sensíveis ou intolerantes, tolerantes e resistentes. Conte quantos encontrou, pontue-os de acordo com a tabela a seguir:

(Metodologia utilizada pelo Laboratório de Bentos da UFMG):

Organismo	Pontuação
Plecoptera	10 pontos
Ephemeroptera	10 pontos
Trichoptera	10 pontos
Coleoptera	7 pontos
Megaloptera	7 pontos
Odonata	6 pontos
Heteroptera	6 pontos
Diptera	2 pontos
Mollusca	3 pontos
Annelida	1 ponto

Você deverá somar o número de organismos encontrados e multiplicar pelo valor da pontuação, conforme a tabela acima.

Desse valor, divida pelo valor total de macroinvertebrados bentônicos encontrados.

De posse desse novo valor, analise os resultados:

Mais de 6 pontos: ambiente natural.

Entre 3 e 6 pontos: ambiente alterado

Menos de 3 pontos: ambiente impactado.

Exemplo:

Organismo	Quantidade Encontrada	Pontuação Individual	Pontuação Total
Plecoptera	1	10 pontos	10 pontos
Ephemeroptera	2	10 pontos	20 pontos
Trichoptera	2	10 pontos	20 pontos
Coleoptera	1	7 pontos	7 pontos
Megaloptera	0	7 pontos	0 pontos
Odonata	0	6 pontos	0 pontos
Heteroptera	2	6 pontos	12 pontos
Diptera	2	2 pontos	4 pontos
Mollusca	0	3 pontos	0 pontos
Annelida	2	1 pontos	2 pontos
Total Geral	12 bentos	Total Geral	75 pontos

Resultado: 75 dividido por 12: 6,25 pontos.

Através dessa análise de exemplo, podemos observar que o ambiente é NATURAL. O ideal é que encontremos uma ampla variedade de organismos, desde sensíveis a tolerantes e resistentes. O problema começa quando os organismos sensíveis desaparecem e, depois, também desaparecem os tolerantes, e então restam apenas os resistentes. (CALLISTO *et al.*, 2013; FRANÇA, 20--).

Considerações Finais

Você poderá realizar essas coletas e análises várias vezes ao ano, assim, será possível avaliar a saúde de um rio, por exemplo. Através de um programa de biomonitoramento podemos avaliar se os organismos são adaptados às condições

ecológicas e se são capazes de viver em águas com características distintas. O ideal é que encontremos uma ampla variedade de organismos, desde sensíveis a tolerantes e resistentes. O problema começa quando os organismos sensíveis desaparecem e, depois, também desaparecem os tolerantes, e então restam apenas os resistentes. Esperamos que você tenha compreendido os Bioindicadores de qualidade de água e a sua importância para o monitoramento das águas. Conte-nos os resultados! (CALLISTO, M.; FRANÇA, J. S., 2012).

Nota: Roteiro elaborado pelo pesquisador em 2017 e registrado em 2018.

4.2.3 O processo de produção do vídeo

Após a elaboração do roteiro escrito, foi planejada a inserção de conteúdo audiovisual para agregar o conteúdo.

A maioria das imagens, vídeos e animações foram retiradas do domínio (pixabay.com)¹, que conforme próprio sítio menciona: “*Pixabay é uma vibrante comunidade de criativos, compartilhando imagens e vídeos livres de direitos autorais. Todos os conteúdos são lançados no Creative Commons (CCO), o que os torna seguros de usar sem pedir permissão ou dar crédito ao artista - mesmo para fins comerciais*”.

Outras imagens e vídeos foram feitas pelo próprio pesquisador, mostrando tomadas de rios das comunidades rurais do município de Gouveia – MG, fotos do curso de capacitação fornecido pelo Laboratório de Bentos da UFMG, além de fotos disponíveis em referencial bibliográfico e obras de referência.

A narração do texto do roteiro foi realizada em estúdio por um profissional. Já a trilha sonora foi retirada do banco de dados gratuito do estúdio de criação do domínio *Youtube* (*youtube.com*). No vídeo ainda contém destaques em texto referente aos títulos e subtítulos, palavras-chave e *links* com sítios da *Internet* para consultas.

O *software* utilizado para a elaboração e edição do vídeo foi o *Sony Vegas Pro 14*. O arquivo original foi gerado no formato *.m2t*, ficheiro de alta resolução *Full HD* da *Sony* com 1440x1080 *pixels* do tipo HDV 1080-60i. De posse deste arquivo, foi convertido em formato de *DVD* convencional *Home Video*, gravado com o *software Nero Express*. As capas e rótulos foram produzidos pelo *software Nero Cover Designer*.

No vídeo ainda há informações de créditos e citação de todas as bibliografias consultadas, bem como os agradecimentos. Por seguinte, todo o processo de produção do vídeo estava pronto para ser testado nas escolas. Após a aplicação dos questionários, análises e correções com intuito de aprimoramento, o vídeo foi registrado.

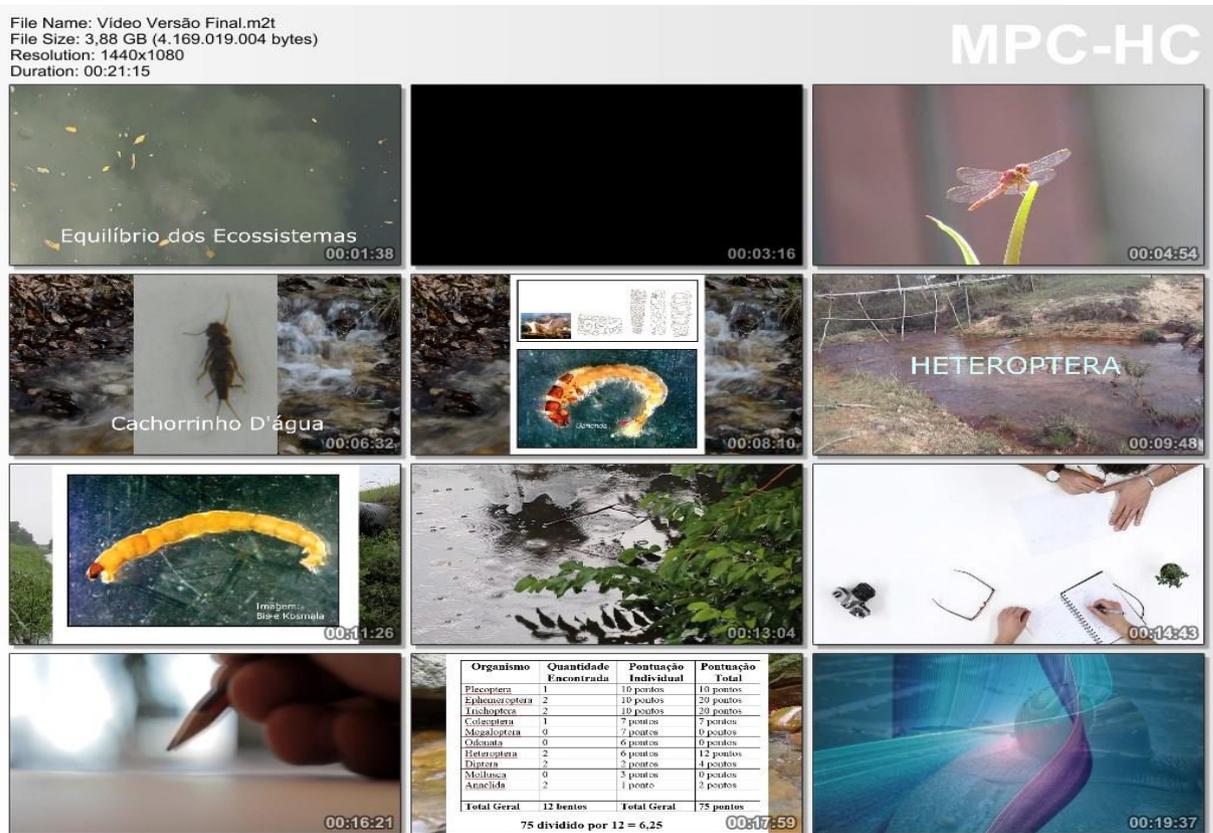
¹ Pixabay. Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

Figura 11 - Tela de apresentação inicial do vídeo



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 12 - Sequência de imagens do vídeo



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 13 - Arte da capa e contracapa do DVD-Vídeo

Bioindicadores de Qualidade de Água

Macroinvertebrados Bentônicos

Educação Ambiental

Consciência Ecológica

Biomonitoramento



Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM






V. 1 Ano: 2018
Elaboração: Sérgio Araújo

VAMOS CONHECER OS BENTOS?

Os macroinvertebrados bentônicos são organismos aquáticos bioindicadores que podem "dedurar" a qualidade de água revelando se há poluição, por exemplo. Neste vídeo, vamos compreender a importância da água, vamos conhecer a comunidade bentônica, como identificá-los e como avaliar a qualidade dos rios, lagos, cachoeiras e demais cursos d'água através desses organismos.

- Plecoptera
- Ephemeroptera
- Trichoptera
- Megaloptera
- Coleoptera
- Heteroptera
- Odonata
- Diptera
- Annelida
- Mollusca




Agradecimentos:



CAMINHOS DA SERRA
Ambiente, Educação e Cidadania
Gouveia MG



UFVJM



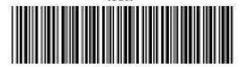
Laboratório de Ecologia de Bentos
UFMG



PPGED

Univ. Fed. Vales do Jequitinhonha e Mucuri
UFVJM
Rod. MGT 367 KM 583 - Alto da Jacuba
Diamantina - MG - CEP: 39100-000
Elaboração, Roteiro e Edição: Sérgio Araújo
Orientação: Flaviana Tavares Vieira Teixeira
Contato: sergio.inc.araujo@gmail.com
Tel. (38) 3532-1200

ISSN



2586-2072



Material para uso didático.

Aprox. 25 min.

Venda Proibida
Idioma: Português

Figura 14 - Arte da capa inferior do DVD-Vídeo

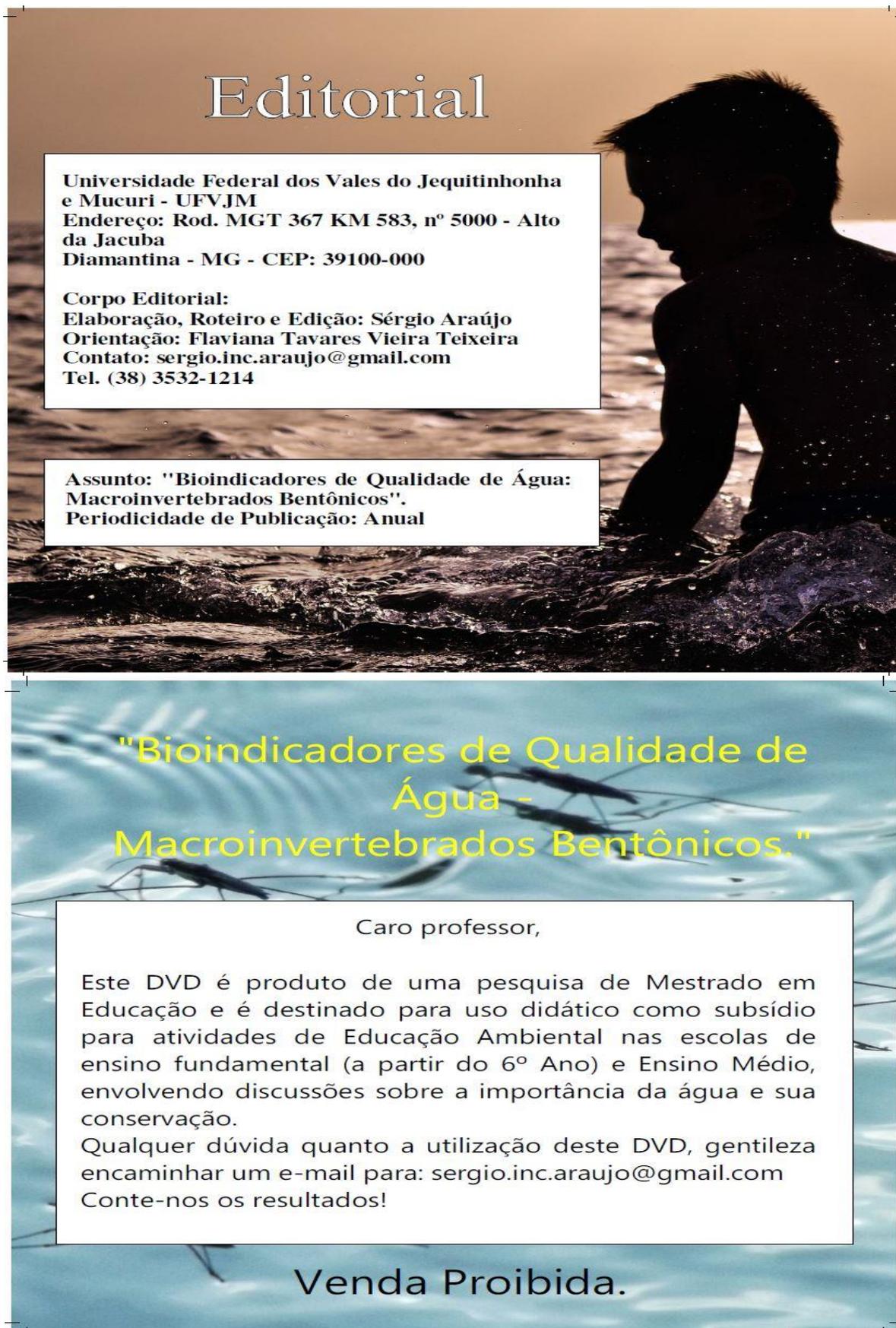


Figura 15 - Arte do rótulo do DVD-Vídeo



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3 Coleta de dados

Para realizar a coleta de dados, as informações foram obtidas por meio dos estudantes e educadores, onde foi proposto um questionário fechado a ser respondidos pelos alunos e um questionário semiaberto aos professores. Esses documentos foram elaborados cumprindo rigorosamente as normas da resolução nº 466/12 (BRASIL, 2012) que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos e somente após a apreciação e aprovação do CEP da UFVJM os mesmos foram aplicados.

Em um primeiro momento, o pesquisador visitou as duas escolas, juntamente com a equipe da ONG Caminhos da Serra para conversar com os alunos sobre como as atividades se desenvolveriam e o que iriam trabalhar. Dentre as atividades, foi mencionado aos alunos que haveria um vídeo didático.

Alguns meses antes da mostra do vídeo, o pesquisador reuniu juntamente com os professores das escolas e explicou que dentro da sua proposta de pesquisa de mestrado, necessitaria aplicar questionários aos estudantes e aos educadores envolvidos nas atividades. Considerando que o CEP dispensou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos estudantes, devido ao fato do formato de validação de dados escolhido como pesquisa de opinião não haver formas de identificação do sujeito. Enquanto aos docentes, como havia

questões abertas e possibilidade de identificação, foi necessário então à assinatura dos formulários de TCLE. Nesta reunião, os professores apresentaram diversas sugestões para o desenvolvimento de atividades à Caminhos da Serra.

O questionário de pesquisa de opinião foi aplicado aos estudantes da seguinte forma: na data de realização das atividades em que foi introduzido o tema dos macroinvertebrados aquáticos, o pesquisador solicitou aos estudantes que respondessem um primeiro questionário, com o intuito de descobrir o nível de conhecimento prévio dos alunos antes de apresentar o assunto. Após assistirem ao vídeo, foi solicitado que respondessem um segundo questionário com o objetivo de avaliar o conhecimento adquirido e principalmente, avaliar a opinião sobre o vídeo assistido. Ainda nesta etapa, a Caminhos da Serra, representada pela coordenadora pedagógica, apresentou dinâmicas e explicou temas de relevância ambiental. Em cada escola, foi reservada uma manhã para desenvolvimento dessa atividade.

Quanto aos professores, o questionário foi aplicado após assistirem ao vídeo, em outro momento, ao qual puderam levar uma cópia do vídeo para assistirem em casa.

Os questionários não foram identificados nem por estudantes nem por educadores, pois, não foi o objetivo do projeto a identificação dos sujeitos.

Segundo Vieira (2009), mensuração (ou medição) é o processo de atribuir números de forma sistemática a objetivos e pessoas, com a finalidade de indicar as diferenças que existem entre eles com relação à variável que está sendo medida.

A escala escolhida para as análises dos questionários foi a escala de Likert. A justificativa dessa escolha se dá com o objetivo de medir se o respondente concorda ou discorda das atividades propostas no desenvolvimento desta pesquisa, avaliando a efetividade do vídeo como subsídios para atividades de Educação Ambiental associado à utilização dos bioindicadores de qualidade da água (macroinvertebrados bentônicos).

Os participantes que foram incluídos na pesquisa são alunos da educação básica, matriculados nas escolas Municipais João Baiano e Zezé Ribas, com idade de 12 (doze) aos 18 (dezoito) anos ou mais, sendo que não foram inclusos estudantes com idade inferior a 12 (doze) anos ou que não estejam matriculados nas escolas em questão. Dentre os professores, por sua vez, foram incluídos aqueles que se interessaram em trabalhar temas sobre Educação Ambiental ou participantes das atividades e não foram inclusos os que não se interessaram expressamente em trabalhar Educação Ambiental ou que não pertenciam ao quadro de servidores destas escolas.

4.3.1 O perfil das escolas e dos professores

A Escola Municipal João Baiano foi construída na gestão do Prefeito Geraldo Bitencourt, inaugurada em setembro de 1984 e ampliada na gestão do Prefeito Alvimar Luiz de Miranda, em junho de 2003. Esta escola fica localizada na comunidade rural denominada “Camilinho”, pertencente ao município de Gouveia – MG, ao qual atende os estudantes desta comunidade, gerenciada pela secretaria municipal de Educação.

Por sua vez, a Escola Municipal Zezé Ribas foi construída na gestão do Prefeito Alberone de Oliveira, inaugurada em 25/06/2000. Esta escola fica localizada na comunidade rural denominada “Pedro Pereira”, também pertencente ao município de Gouveia – MG, ao qual atende os estudantes desta comunidade, também gerenciada pela secretaria municipal de Educação.

Foi realizado um levantamento dos equipamentos tecnológicos disponíveis nas escolas supracitadas, ao quais os dados foram disponibilizados pelas coordenadoras pedagógicas, conforme quadro a seguir:

Quadro 4 - Informações sobre equipamentos tecnológicos

Informação	Escola Municipal Zezé Ribas	Escola Municipal João Baiano
Quantidade de Computadores	01	06
A escola possui acesso à <i>Internet</i> ?	Sim	Sim
Os alunos possuem acesso à <i>Internet</i> ?	Não	Não
Os alunos têm acesso aos computadores?	Não	Sim
A escola possui sala de vídeo?	Não	Não
Quantidade de televisores	01	02
Quantidade de Aparelhos de <i>DVD – Home Video</i>	01	01
Quantidade de Projetores <i>Data Show</i>	01	01
Quantidade de Equipamentos de Som	01	02
Os professores utilizam os recursos tecnológicos da Escola?	Sim	Sim

Nota: Informações de Equipamentos Tecnológicos das Escolas Municipais João Baiano e Zezé Ribas, 2017.

A princípio, podemos concluir que ambas as instituições, possuem aparato tecnológico para reprodução de vídeos, como computadores, acesso à *Internet*, televisores,

retroprojetores *data show* e aparelhos de *DVD-Home Video*. Além dos professores utilizam esses recursos, o que facilita muito a inserção de trabalhos didáticos deste teor.

Os professores são contratados ou efetivos pela prefeitura Municipal de Gouveia – MG e alguns deles trabalham nas duas escolas simultaneamente. A maioria mora na zona urbana e se deslocam todos os dias para lecionar nestas comunidades. Do total de 12 (doze) professores aptos a participar da pesquisa, conforme os critérios pré-estabelecidos, 09 (nove) devolveram o questionário com as respostas, ao qual obtemos o percentual de 75% (setenta e cinco por cento) do total, onde podemos analisar no quadro seguir:

Quadro 5 - Informações sobre o perfil dos professores

Prof.	Disciplina que Leciona/Atividade	Experiência Profissional	Graduação	Ano de Conclusão	Possui Especialização	Área
1	Educação Física	02 anos	Educação Física-Licenciatura	2014	Não	Não se Aplica
2	Geografia e História	07 anos	História	2012	Não	Não se Aplica
3	Supervisora Pedagógica	10 anos	Pedagogia	2004	Sim	Pedagogia
4	Matemática e Física	09 anos	Matemática	2008	Não	Não se Aplica
5	Supervisora Pedagógica	01 ano	Pedagogia	2016	Não	Não se Aplica
6	Língua Portuguesa/Inglês	05 anos	Letras	2011	Sim	Leitura e Produção de Textos
7	Ciências da Natureza	04 anos	Administração	2012	Não	Não se Aplica
8	Língua Portuguesa	04 anos	Letras	2010	Sim	Pedagogia Ênfase Educação Inclusiva
9	História	14 anos	História	2004	Sim	História

Nota: Informações sobre o perfil dos professores, 2017.

De um modo geral, os professores apresentam uma boa experiência profissional, além de possuírem graduação na área em que atuam.

Conforme o critério da Escola, os alunos escolhidos para atuarem nas atividades foram os estudantes do 7º Ano da Escola Municipal Zezé Ribas e os estudantes do 8º e 9º Ano da Escola Municipal João Baiano. Todos com idade acima de 12 (doze) anos.

Na Escola Municipal Zezé Ribas estavam aptos 10 (dez) estudantes a responderem ao questionário, porém dois alunos faltaram na data da atividade e 08 (oito) responderam, tendo um percentual de 80% (oitenta por cento) do total.

Na Escola Municipal João Baiano estavam aptos 19 (dezenove) estudantes para responder, com alcance total.

4.4 Análise dos Resultados

Em um primeiro momento, foi solicitado o preenchimento do primeiro questionário em formato de pesquisa de opinião aos estudantes do 7º Ano da Escola Municipal Zezé Ribas, da comunidade rural de Pedro Pereira e os estudantes 8º e 9º Ano da Escola Municipal João Baiano, da comunidade rural de Camilinho. Este questionário teve como objetivo conhecer a realidade dos alunos sobre questões relevantes de Educação Ambiental, como a importância da preservação da natureza, a importância da água e a introdução do assunto que posteriormente seria apresentado no vídeo.

Já no segundo momento, após os alunos assistirem ao vídeo produzido pelo pesquisador, solicitou-se que os mesmos respondessem a outro questionário, com o intuito de descobrir se os alunos compreenderam o tema apresentado e se o vídeo de uma forma geral apresentou um conteúdo satisfatório.

Em um terceiro momento, solicitou-se aos professores envolvidos no projeto que respondessem a um questionário com o intuito de descobrir se o vídeo apresentava um conteúdo didático que possibilitasse um aprendizado dinâmico aos discentes e, ainda, se os mesmos utilizariam esse conteúdo em aulas futuras.

4.4.1 A percepção dos estudantes

No primeiro momento, antes de iniciar o vídeo sobre o assunto, solicitou-se aos alunos que respondessem um questionário fechado contendo oito perguntas objetivas, ao qual iriam marcar a resposta Sim ou Não. A finalidade deste questionário foi testar os

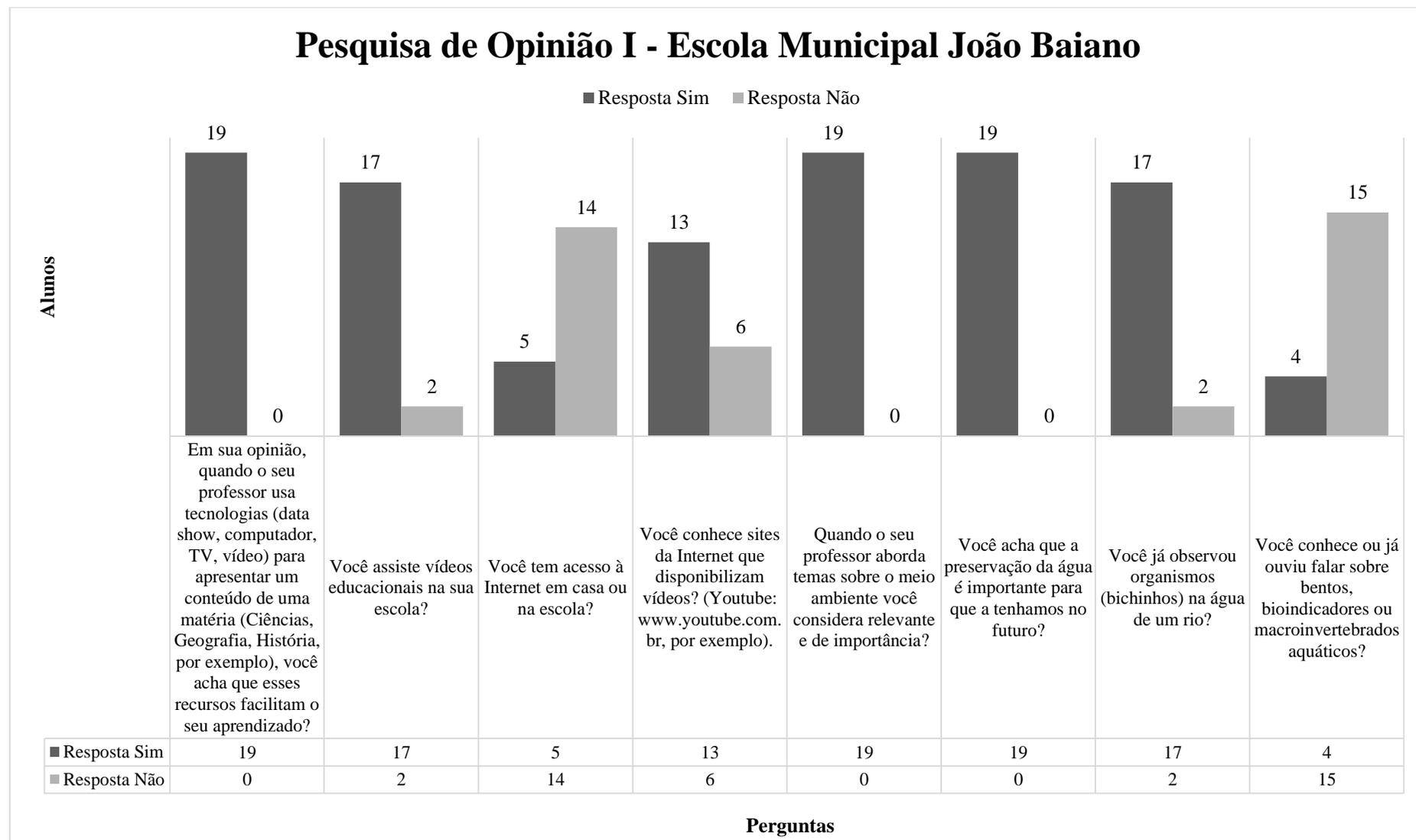
conhecimentos dos alunos no que tange a assuntos sobre o uso das tecnologias em sala de aula, o acesso desses estudantes aos recursos tecnológicos, a Educação Ambiental e sobre os macroinvertebrados bentônicos, ao que este último, esperou-se que os estudantes não soubessem nada a respeito.

A primeira pergunta “Em sua opinião, quando o seu professor usa tecnologias (data show, computador, TV, vídeo) para apresentar um conteúdo de uma matéria (ciências, geografia, história, por exemplo), você acha que esses recursos facilitam o seu aprendizado?”, a resposta foi unânime pelo “Sim”. Na segunda pergunta “Você assiste vídeos educacionais na sua escola?”, a maioria informou pelo “Sim”. Na terceira pergunta “Você tem acesso à *Internet* em casa ou na Escola?”, infelizmente a grande maioria informou pelo “Não” e o que mesmo foi confirmado pela equipe da Escola. Na quarta pergunta “Você conhece sites da *Internet* que disponibilizam vídeos? (*Youtube: www.youtube.com.br*, por exemplo)”, a maioria respondeu pelo “Sim”, contudo há uma pequena parcela que não conhece. Na quinta pergunta “Quando o seu professor aborda temas sobre o meio ambiente você considera relevante e de importância?”, por unanimidade a resposta foi “Sim”. Na sexta pergunta “Você acha que a preservação da água é importante para que a tenhamos no futuro?”, por unanimidade a resposta foi “Sim”. Na sétima pergunta “Você já observou organismos (bichinhos) na água de um rio?”, a grande maioria dos alunos respondeu pelo “Sim”. Na oitava e última pergunta “Você conhece ou já ouviu falar sobre bentos, bioindicadores ou macroinvertebrados aquáticos?”, a grande maioria dos alunos respondeu pelo “Não”.

Podemos observar neste caso, que a grande maioria dos alunos não conhece ou nunca ouviu falar sobre os macroinvertebrados bentônicos, contudo já notaram a presença deles nos ambientes aquáticos.

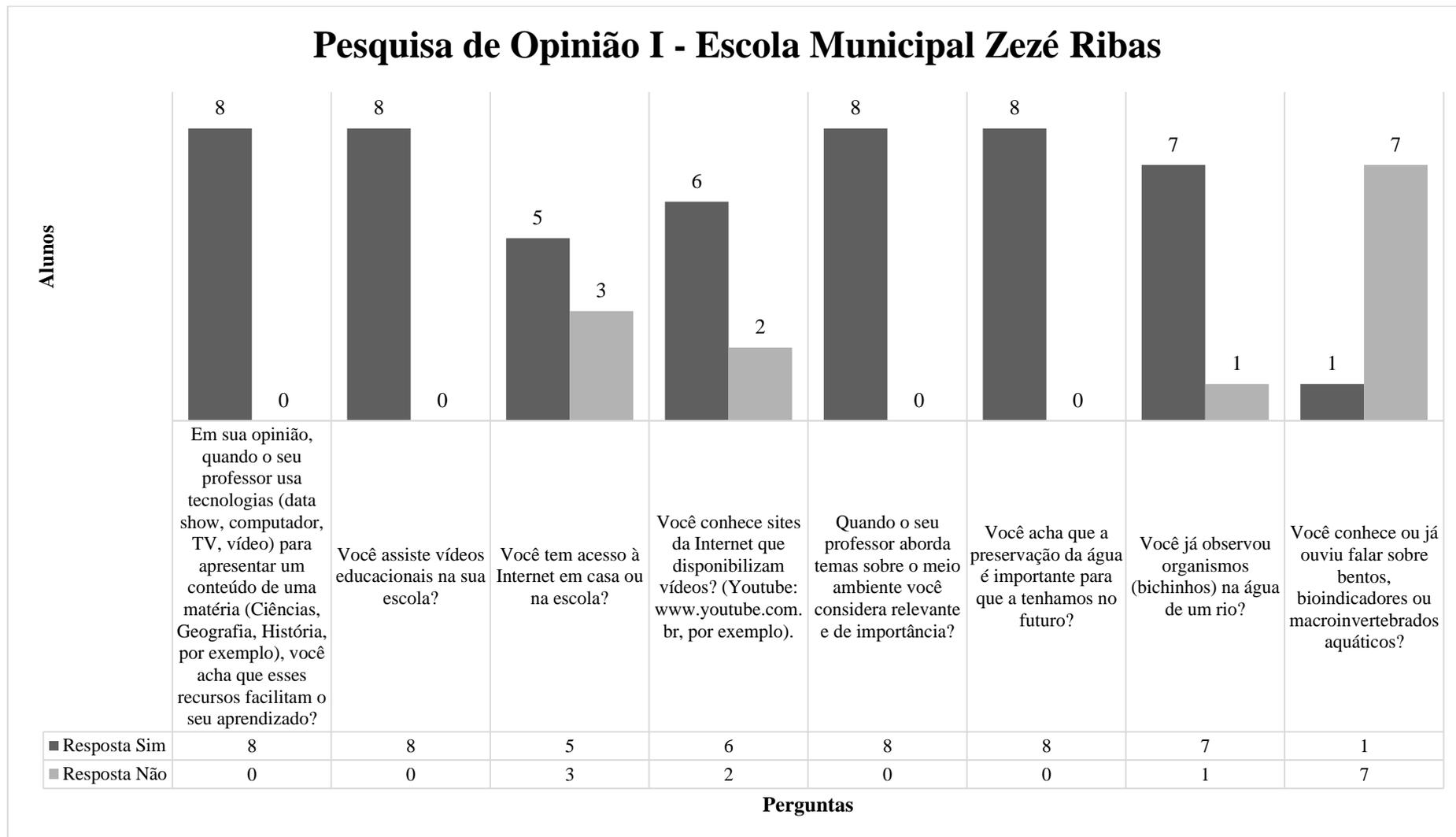
A representação visual das respostas da pesquisa de opinião, neste primeiro momento, é mostrada para cada uma das escolas por meio das Figuras 16 e 17:

Figura 16 - Pesquisa de opinião I: resultado: Escola Municipal João Baiano



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 17 - Pesquisa de opinião I: resultado: Escola Municipal Zezé Ribas



Fonte: Arquivo pessoal.

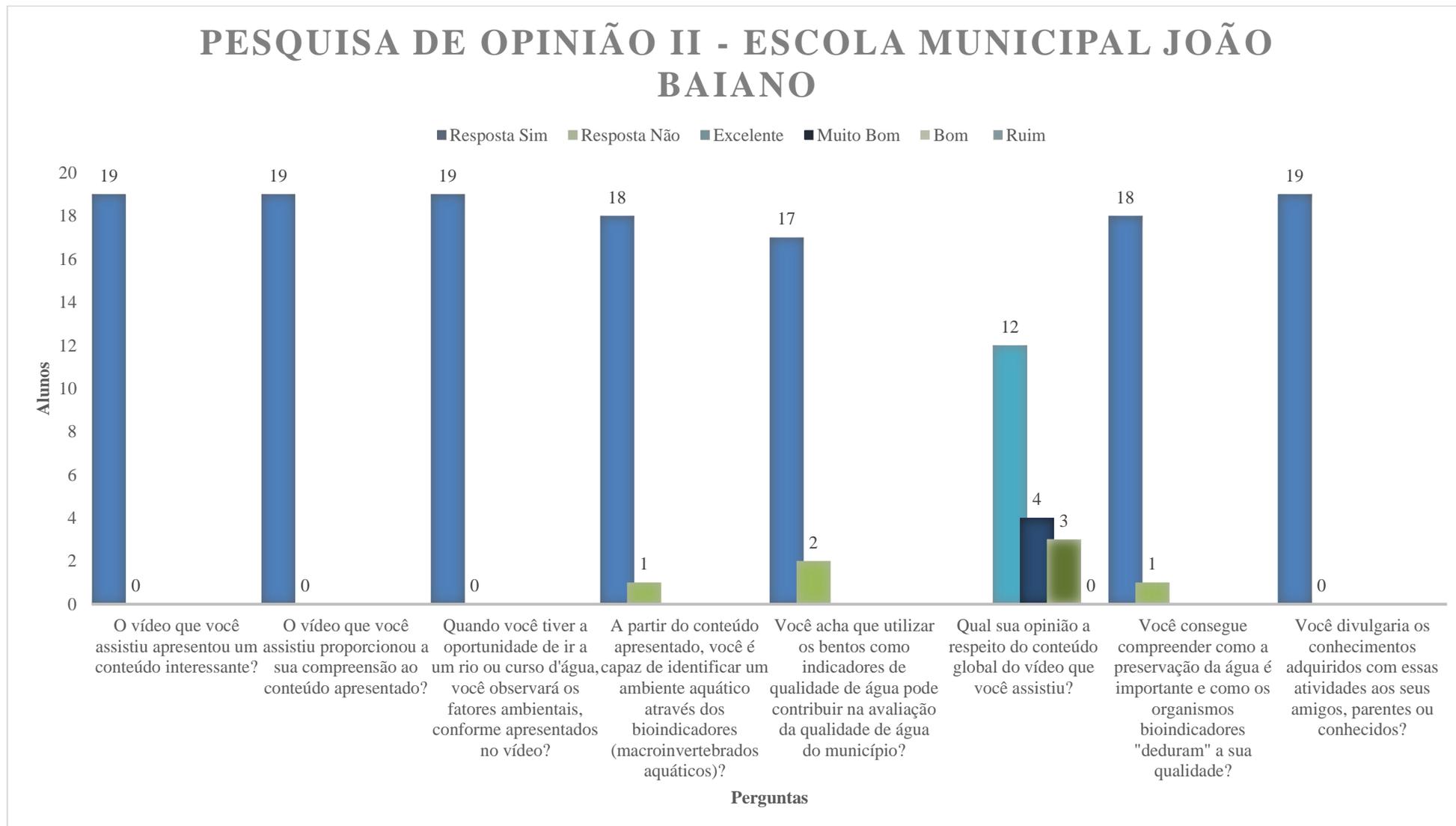
No segundo momento, após os alunos assistirem ao vídeo proposto pelo pesquisador, solicitou-se aos estudantes que respondessem um novo questionário fechado contendo oito perguntas objetivas, ao qual iriam marcar a resposta Sim ou Não. A finalidade deste questionário foi verificar se os estudantes compreenderam o tema proposto no vídeo, se foi um assunto interessante que despertou a atenção dos mesmos e se estes divulgariam os conhecimentos adquiridos a outras pessoas.

A primeira pergunta, “O vídeo que você assistiu apresentou um conteúdo interessante?”, a resposta foi unânime pelo “Sim”. Na segunda pergunta “O vídeo que você assistiu proporcionou a sua compreensão ao conteúdo apresentado? ”, a resposta foi unânime pelo “Sim”. Na terceira pergunta “Quando você tiver a oportunidade de ir a um rio ou curso d’água, você observará os fatores ambientais, conforme apresentados no vídeo?”, a grande maioria respondeu pelo “Sim”. Na quarta pergunta “A partir do conteúdo apresentado, você é capaz de identificar um ambiente aquático através dos bioindicadores (macroinvertebrados aquáticos)? ”, a grande maioria respondeu pelo “Sim”. Na quinta pergunta “Você acha que utilizar os bentos como indicadores de qualidade de água pode contribuir na avaliação da qualidade de água do município? ”, a grande maioria respondeu pelo “Sim”. Na sexta pergunta “Qual sua opinião a respeito do conteúdo global do vídeo que você assistiu? ”, a grande maioria o classificou como “Excelente”, uma pequena parcela o classificou como “Muito Bom” e “Bom” e não houve registro pela classificação “Ruim”. Na sétima pergunta “Você consegue compreender como a preservação da água é importante e como os organismos bioindicadores “deduram” a sua qualidade?”, a grande maioria respondeu pelo “Sim”. Na oitava e última pergunta: Você divulgaria os conhecimentos adquiridos com essas atividades aos seus amigos, parentes ou conhecidos? A grande maioria respondeu pelo “Sim”.

Pode-se observar nesta segunda etapa que, antes, a grande maioria dos alunos não conhecia ou nunca ouviram falar sobre os macroinvertebrados bentônicos apesar de já terem os observado, neste momento, podemos concluir que após assistirem o vídeo, foram capazes de compreender o conteúdo proposto, são capazes de identificar os organismos bentônicos, além de classificarem o vídeo de forma satisfatória. Os alunos também foram capazes de compreender a importância da água e o que os organismos bentônicos podem indicar, além de avaliarem o conteúdo do material didático interessante, presume-se que irão transmitir os conhecimentos adquiridos para as pessoas do seu convívio.

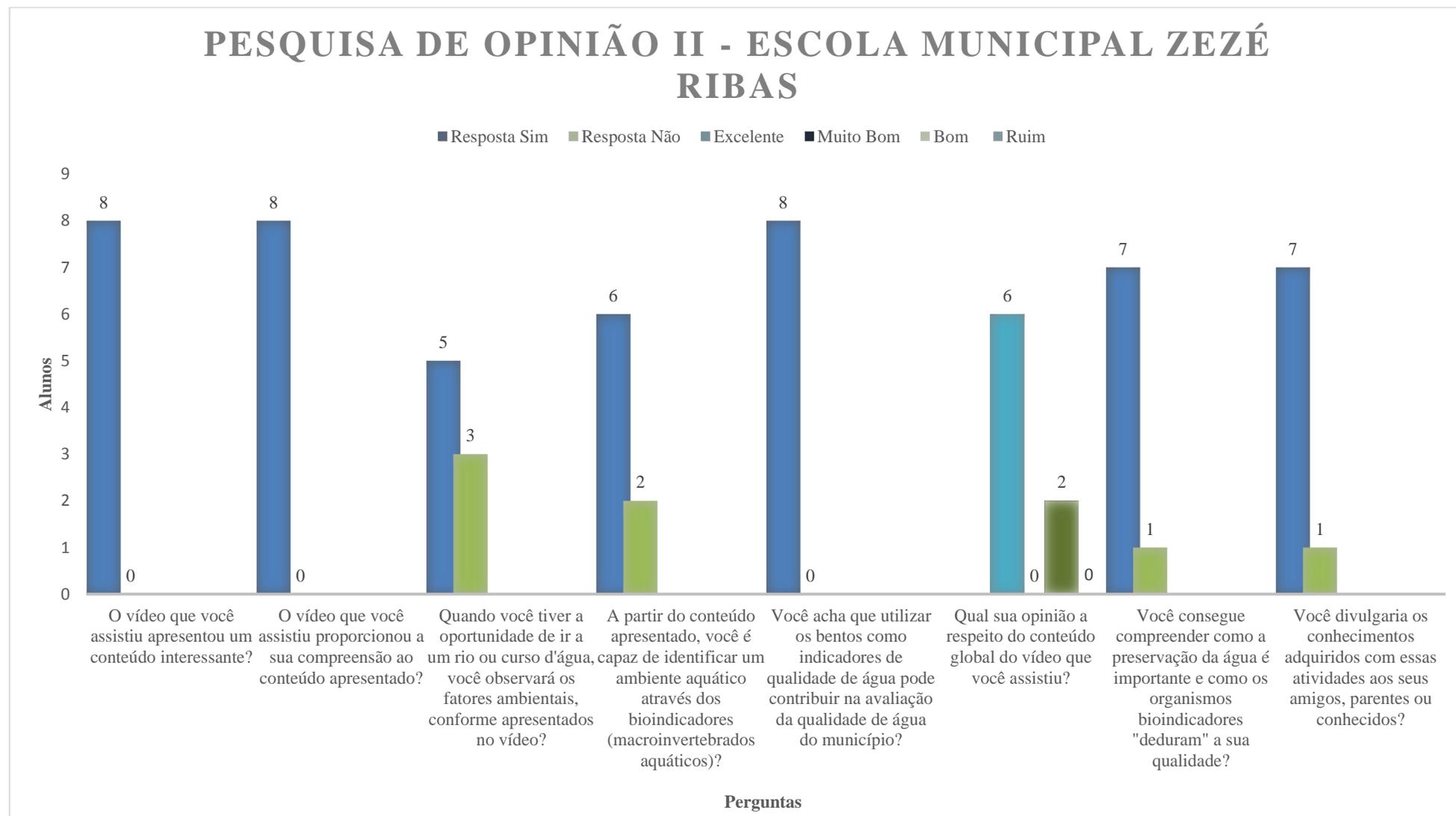
A seguir, a representação visual das respostas da pesquisa de opinião pode ser visualizada, para cada uma das escolas, conforme as Figuras 18 e 19:

Figura 18 - Pesquisa de opinião II: resultado: Escola Municipal João Baiano



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 19 - Pesquisa de opinião II: resultado: Escola Municipal Zezé Ribas



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 20 - Apresentação do vídeo para alunos da Escola Municipal João Baiano



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 21 - Apresentação do vídeo para alunos da Escola Municipal Zezé Ribas



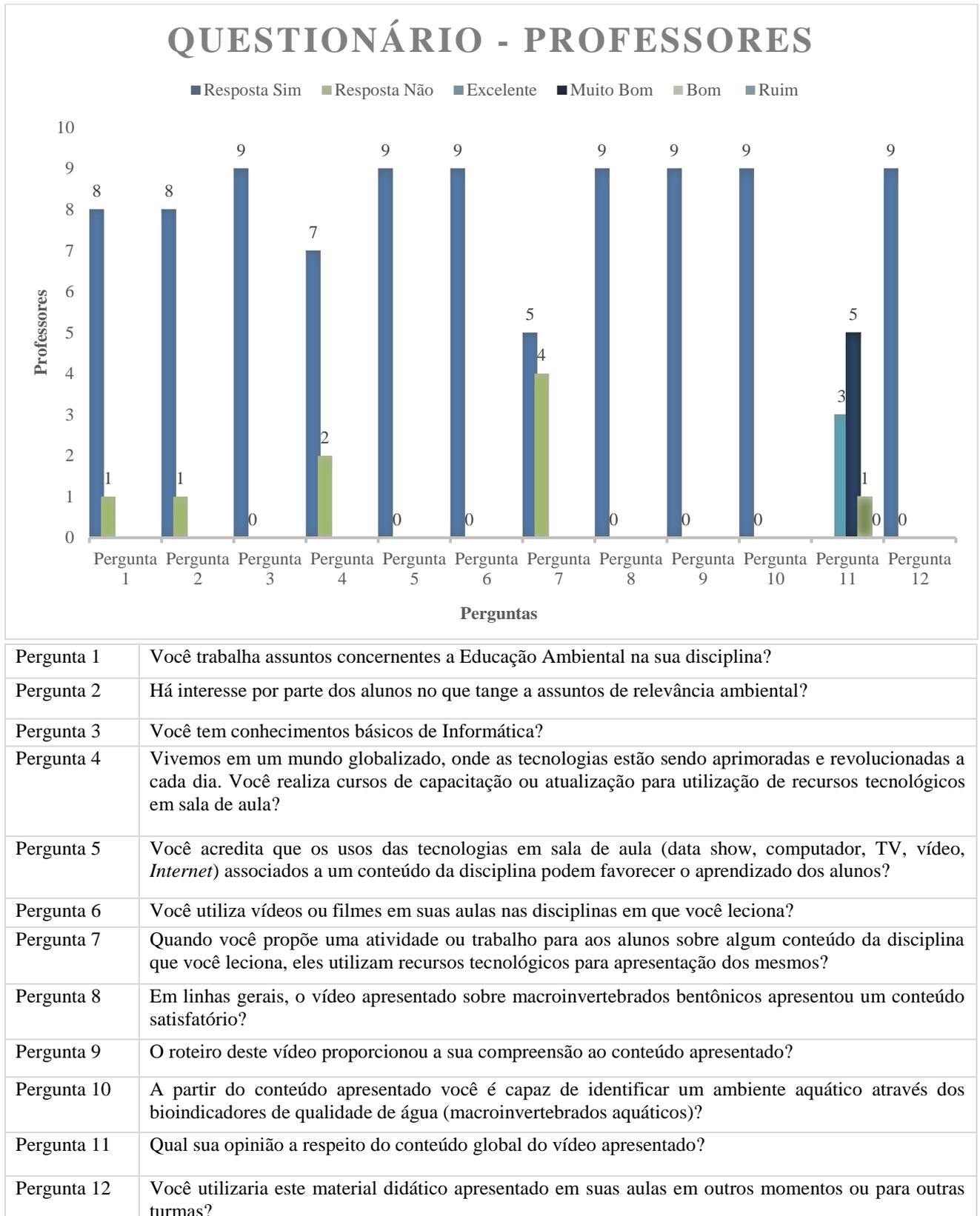
Fonte: Arquivo pessoal.

4.4.2 A percepção dos professores

Os professores recrutados para responderem o questionário foram os que estavam envolvidos nas atividades e que lecionavam ou na Escola Municipal Zezé Ribas ou na Escola Municipal João Baiano, para as turmas previamente escolhidas. Dos docentes habilitados, 09 (nove) de 12 (doze) responderam o questionário contendo 13 (treze) perguntas.

As questões de 01 (um) a 12 (doze) podem ser conferidas na Figura 22. A décima segunda pergunta, solicitava uma justificativa à questão “Você utilizaria este material didático apresentado em suas aulas em outros momentos ou para outras turmas?” e a décima terceira questão, “Escreva aqui suas críticas, sugestões e elogios a respeito do vídeo apresentado”, dando oportunidade ao professor, descrever e realizar considerações a respeito do material didático.

Figura 22 - Questionário respondido pelos professores referente às perguntas fechadas



De acordo com a Figura 22, quase a totalidade dos professores responderam que trabalham temas relacionados à Educação Ambiental na disciplina e há interesse dos mesmos quando abordam estes assuntos. Por unanimidade, todos os professores possuem conhecimentos básicos de informática, o que facilita o uso de equipamentos e multimeios didáticos, ao passo em que a maioria dos professores realiza cursos de capacitação ou atualização sobre uso de recursos tecnológicos. Também por unanimidade, eles informaram que o uso das tecnologias facilita o aprendizado dos alunos, de acordo com a experiência em sala de aula e também todos utilizam vídeos em um determinado conteúdo de sua disciplina. Quando os professores solicitam trabalhos, nem todos informaram que os alunos utilizam recursos tecnológicos para a realização destes.

Sobre o conteúdo do vídeo, por unanimidade, os professores responderam que apresentou conteúdo satisfatório, que o roteiro proporciona a compreensão do mesmo e a partir do que foi apresentado, são capazes de identificar um ambiente aquático por meio dos macroinvertebrados bentônicos.

Quanto à avaliação do vídeo, 03 (três) professores responderam que o conteúdo é excelente, 05 (cinco) responderam como muito bom e apenas um professor respondeu como bom. Por unanimidade, responderam que utilizariam este vídeo em suas aulas para outras turmas ou em outros momentos.

O quadro a seguir, mostra informações sobre as questões abertas que foram respondidas pelos professores:

Quadro 6 - Resultado das questões abertas

(continua)

Professor	Justificativa da Questão 12	Questão 13
1	Não justificou	O vídeo ficou muito bem produzido, ficou de fácil entendimento e compreensão. Parabéns pelo ótimo trabalho!
2	Não justificou	O vídeo foi excelente para o conhecimento e trabalhar as visualizações. Foi muito bem elaborado.
3	Boa qualidade. O vídeo tem explicação com clareza e compreensão de fácil entendimento. Excelente recurso utilizado.	Excelente recurso didático, ótimo meio para chamar atenção dos alunos.
4	O vídeo mostra com riqueza de detalhes os Bioindicadores de Qualidade da Água.	O vídeo foi bem elaborado, qualquer pessoa leiga no assunto ficará por dentro da situação sem nenhum problema.
5	Porque apresenta uma boa didática e uma explicação de maneira clara e objetiva.	O vídeo apresenta uma linguagem clara e de fácil entendimento aos alunos que o assistiu.

Quadro 6 - Resultado das questões abertas

(conclusão)

6	O uso da tecnologia em sala de aula, ajuda muito no aprendizado dos alunos. Além disso, esse material didático é de fácil entendimento, não é longo e fácil de trabalhar.	O vídeo apresentado mostrou grande interesse entre os alunos, porque o uso da tecnologia em sala de aula já chama mais atenção e tem melhor aprendizado e também o vídeo foi muito bem produzido, proporcionando uma compreensão generalizada.
7	O vídeo é bastante explicativo e nas aulas de Ciências seria bem útil.	Faltou mostrar filmagens dos bentos as margens do rio e a coleta, ou seja, uma demonstração nas filmagens de uma coleta.
8	O material didático é de grande relevância para o ensino aprendizagem dos alunos, além disso, esse material é de fácil compreensão.	O vídeo apresentado mostrou grande interesse entre os alunos.
9	O vídeo apresenta informações de forma didática sobre o tema.	As cenas que contextualizam o filme, as tomadas, poderiam ser mais diversificadas. A locução ficou interessante, garantindo boa compreensão do conteúdo informado. A trilha sonora pode melhorar.

Nota: Resultado das questões abertas respondidas pelos professores, 2017. As respostas não foram corrigidas conforme regra ortográfica vigente (transcrição literal).

Quanto às sugestões dos docentes, no que concerne ao item 07 (sete) sobre a ausência de filmagens e, ou tomadas com demonstrações práticas de uma coleta de bentos, não estava previsto no roteiro, devido às restrições econômicas, contudo, o conteúdo do vídeo narra como é realizada uma coleta e quais materiais devem ser utilizados.

Já a sugestão do item 09 (nove) foi possível diversificar tomadas (sequência de imagens e vídeos) e padronizar a trilha sonora.

Pelo conteúdo das respostas abertas, a maioria dos professores elogiou o vídeo produzido pelo pesquisador, mostrando a sua importância e relevância para aulas sobre Educação Ambiental. Isso significa que este recurso didático tem propriedade para ser replicado para outras escolas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da não obrigatoriedade da disciplina “Educação Ambiental” nas escolas públicas, essa temática deve ser inserida e trabalhada na grade curricular comum já existente, como “Geografia”, “História”, “Ciências”, “Química”, “Física”, etc. O papel do docente formador neste processo é fundamental e para a abordagem de um conteúdo com temáticas ambientais, é fundamental que o tema escolhido seja de conhecimento e do ambiente geográfico em que os alunos estão inseridos, para terem noção de uma situação real.

Pode-se inferir que para a efetividade de ações ambientais, é importante a participação de crianças e jovens, pois estes grupos representam as gerações futuras, em formação e deste modo, podem instigar sobre a consciência da importância da preservação do meio ambiente e podem propiciar a formação de hábitos e comportamentos sustentáveis no futuro, pois vivemos uma era em que a escassez de água se agrava pela disponibilidade e demanda.

Ao utilizar os macroinvertebrados bentônicos como subsídios a atividades de Educação Ambiental, é possível articular aulas dinâmicas e interessantes de forma interdisciplinar, ao qual pode despertar a curiosidade pela busca de novos conhecimentos e o espírito de “cientista mirim” nas crianças e jovens, além de poder propiciar coletas e realizar análises com intuito de avaliar e acompanhar a qualidade das águas. Em consequência, esse recurso se torna eficaz para abordar temáticas ambientais nas escolas.

Mediante ao exposto nesse estudo e os objetivos ao quais estavam previstos no projeto de pesquisa, conseguiram-se obter os resultados esperados ao produzir um vídeo que pudesse proporcionar subsídios a educadores no intuito de promover a discussão sobre o tema na escola pública tendo como base a importância da água e a função dos bioindicadores de qualidade de água (macroinvertebrados bentônicos).

Com a validação da pesquisa por meio dos questionários aplicados, observou-se que os estudantes não conheciam os bentos, apesar de já terem notado a presença deles nos cursos d’água, assim sendo, o vídeo proporcionou um novo aprendizado. O mais relevante é que estes alunos irão transmitir os conhecimentos adquiridos para outras pessoas, o que desperta a consciência ambiental, pois, a prevenção à degradação é uma das principais estratégias para manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado, que é um dos pilares e um dos principais objetivos da Educação Ambiental.

Os professores também concordaram sobre a importância do vídeo, conforme observado nas respostas ao questionário, em que todos avaliaram como relevante e

informaram que irá trabalhá-lo em outros momentos, para abordar os temas apresentados no mesmo.

Com a consolidação deste trabalho, foi possível colaborar com o ensino da Educação Ambiental numa cidade de pequeno porte, de forma interdisciplinar e participativa. Nesse sentido, a produção de um vídeo educacional foi o legado da pesquisa, ao qual atingiu os objetivos satisfatoriamente, sendo gerado em formato físico (*DVD-Video*) e em formato digital (*Internet*), disponível no sítio *Youtube*, por meio do endereço: <https://youtu.be/oNpnqrUgSgE>.

Além disso, comprovou-se que o uso das tecnologias favorece o aprendizado dos estudantes, pois o uso de vídeos, por exemplo, é uma realidade que faz parte da vida das pessoas de uma maneira geral, seja por meio da televisão ou *internet*. Este recurso, sendo bem abordado e planejado de forma articulada pelos professores, é capaz de despertar mais interesse nos estudantes no tema que deseja abordar.

Espera-se que esse material seja utilizado por outras instituições educativas de diferentes cidades do estado e até mesmo do país, de forma a contribuir com a Educação Ambiental e edificação de uma consciência cidadã na preservação do meio ambiente.

Como o conhecimento é dinâmico e constantemente se aprimora, o trabalho propicia novos estudos e abordagens, pois o estado da arte no que tange a pesquisa relacionada à produção de vídeos ainda é basal. Com o advento deste trabalho, outras pesquisas podem se desmembrar a partir deste, como o processo de elaboração de roteiros, trilha sonora, estudo dos *softwares* para edição de vídeos, o conteúdo referente aos macroinvertebrados bentônicos, técnicas de coleta, protocolos para o biomonitoramento e as informações obtidas com os estudantes e professores por meio dos questionários. Além disso, é necessário também testar e aprimorar outras tecnologias em prol da Educação Ambiental e das boas práticas ambientais, visando à sustentabilidade, não apenas com o intuito de cumprir a legislação vigente, mas compreender que fazemos parte de um processo de uma luta diária contra a degradação ambiental que pode culminar na escassez de recursos, trazendo diversas consequências para a população.

REFERÊNCIAS

- AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p.163-177, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200163>. Acesso em: 01 fev. 2018.
- ARAUJO, S. W. **Roteiro de vídeo**: bioindicadores de qualidade de água: os macroinvertebrados bentônicos. Diamantina, 2018. ISSN: 2595-2072.
- ARIAS, A. R. L. *et al.* Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 61-72, 2007.
- BARONI, M. Ambigüidade e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, v.32, n. 2, p. 14-24, 1992 *apud* PELICIONI, M. C. F. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 19-31, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v7n2/03>>. Acesso em: 24 mar. 2018.
- BIS, B.; KOSMALA G. **Chave de identificação para macroinvertebrados bentônicos de água doce**. 2005. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/24934-Chave-de-identificacao-bentonicos-de-agua-doce.html>>. Acesso em: 14 nov. 2016.
- BRASIL. Constituição (1998). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 18 ago. 2016.
- 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/L9795.htm>. Acesso em: 18 ago. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer nº 36/2001**. Diretrizes operacionais para a educação básica nas escolas do campo. Brasília, DF: MEC, 2001. 26 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/EducCampo01.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução nº 2**, de 28 de abril de 2008: Estabelece diretrizes complementares, normas e princípios para o desenvolvimento de políticas públicas de atendimento da Educação Básica do Campo. [Brasília, DF: MEC, 2008]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/resolucao_2.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conceitos de Educação Ambiental**. Brasília, DF: MMA, [20--]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental>>. Acesso em: 2 mar. 2018
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução CNS nº 466/2012**. Brasília, DF: MS, 2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Conselho Nacional de Saúde: resolução 466/12. Disponível em:

< http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html >. Acesso em: 01 dez. 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente**. Brasília: MEC/SEF, 1998a.

CALLISTO, M. *et al.* **2º curso de treinamento: bioindicadores e biomonitoramento da qualidade de água na Bacia do Rio das Velhas (MG)**. Belo Horizonte: UFMG. ICB. Departamento de Biologia Geral. Laboratório de Ecologia de Bentos, 2006. 16 p. Apostila.

CALLISTO M. *et al.* “**Monitoramento participativo da qualidade de água na região metropolitana de Belo Horizonte (MG): o uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores no ensino fundamental e médio**”. Belo Horizonte: UFMG. ICB. Departamento de Biologia Geral. Laboratório de Ecologia de Bentos, 2013. 46 p. Apostila teórica do professor.

CALLISTO, M.; FRANÇA, J. S. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: experiências em educação ambiental e mobilização social. **Revista Extensão**, v. 2, n. 1, p. 200, 2012. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2012/Franca&Callisto2012-RevistaExtensao.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JÚNIOR, J. F.; MORENO, P. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores**. Belo Horizonte: UFMG. ICB. Departamento de Biologia Geral. Laboratório de Ecologia de Bentos, 2005. 9 p. Arquivo interno.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MORETTI, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001 *apud* GOULART, M. D. C; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

CENTRO DE LIDERANÇA PÚBLICA. **Índice de oportunidades da educação brasileira - IOEB**. São Paulo: CPL, 2016. Disponível em: <<http://www.ioeb.org.br/perfil/mg-gouveia>>. Acesso em: 9 jan. 2016.

CLEMENT, J. Analysis of clinical interviews: foundations and model viability. In: KELLY, A. E.; LESH, R. (Ed.). **Handbook of research methodologies for science and mathematics education**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 2000. p. 547-589 *apud* LIMA, F. H. Um método de transcrições e análise de vídeos: a evolução de uma estratégia. In: ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2015, São João Del Rei. **Anais...** São João Del Rei: UFSJ, 2015. v. 7. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/UM-M%C3%89TODO-DE-TRANSCRI%C3%87%C3%95ES-E-AN%C3%81LISE-DE-V%C3%8DDEOS-A-EVOLU%C3%87%C3%83O-DE-UMA-ESTRAT%C3%89GIA.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

DALLACOSTA, A.; DUTRA, R. L. de S.; TAROUÇO, L. M. R. A Utilização da indexação de vídeos com MPEG-7 e sua aplicação na educação. **Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2004. Disponível em:

<<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo3/af/35-aulizacao.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE RECURSOS NATURAIS (São Paulo). DEPARTAMENTO DE USO DO SOLO METROPOLITANO (São Paulo). Equipe Técnica de Mogi das Cruzes. **Água e recursos hídricos**. Mogi das Cruzes, SP: DEPRN; DUSM, [20--]. Disponível em: <<http://www.fundacaofia.com.br/gdusm/definicoes.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

DIAS, G. F. **Educação ambiental**: princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 1992 *apud* PELICIONI, M. C. F. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 19-31, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v7n2/03>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

DIEGUES, A. C. S. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em Perspectiva**, v. 6, n. 1/2, p. 22-29, 1992 *apud* PELICIONI, M. C. F. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 19-31, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v7n2/03>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

FABIAN, L. Growing Wings. *In*: FABIAN, L. **Love**. 2017. 2 CDS. By Offer Nissim feat. Lara Fabian. CD 2. Faixa 10.

FRANÇA, J. **Curso de capacitação de biomonitoramento de qualidade de água, com ênfase em macroinvertebrados bentônicos**. Belo Horizonte: UFMG. ICB. Departamento de Biologia Geral. Laboratório de Ecologia de Bentos, [20--]. 3 p. Documento interno.

FRANÇA, J. S.; DANTAS, C. B.; CALLISTO, M. **Tem bicho no rio! Isso é bom ou é ruim?** Belo Horizonte: UFMG. ICB. Departamento de Biologia Geral. Laboratório de Ecologia de Bentos, 2008. 4 p. Documento interno.

GOULART, M. D. C; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 10, p. 47-56, 2003. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/grupos-de-pesquisa/novas-tecnologias/grupos-de-pesquisa/pde/pde/pdf/vani_kenski.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

LEMOS, D. de S.; LEMOS, T. R. M. de S. Aspectos jurídicos da sustentabilidade da água. **Âmbito Jurídico**, v. 12, n. 71, 2009. Disponível em: <http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?artigo_id=6994&n_link=revista_artigos_leitura>. Acesso em: 5 fev. 2018.

LEONTIEV, A. N. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. *In*: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 6. ed. São Paulo: EDUSP, 1998. p. 121.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortêz, 1994, 263 p.

LIMA, F. H. Um método de transcrições e análise de vídeos: a evolução de uma estratégia. *In: ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 7., 2015, São João Del Rei. **Anais...** São João Del Rei: UFSJ, 2015. v. 7. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/UM-M%C3%89TODO-DE-TRANSCRI%C3%87%C3%95ES-E-AN%C3%81LISE-DE-V%C3%8DDEOS-A-EVOLU%C3%87%C3%83O-DE-UMA-ESTRAT%C3%89GIA.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MACHADO, P. A L. **Recursos hídricos**: direito brasileiro e internacional. São Paulo: Malheiros, 2002. 414 p. *apud* AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p.163-177, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200163>. Acesso em: 01 fev. 2018.

MARTIANI, L. A. O vídeo e a pedagogia da comunicação no ensino universitário. *In: PENTEADO, H. L. Pedagogia da comunicação*: teorias e práticas. São Paulo: Cortez, 1998. p. 151-195 *apud* VARGAS, A.; ROCHA, H. V. da; FREIRE, F. M. P. Promídia: produção de vídeos digitais no contexto educacional. **Novas Tecnologias Na Educação**, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo10/artigos/1bAriel.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MARTIN, L. C. **The nature of the folding back phenomenon with in the Pirie-Kieren theory for the growth of mathematical under standing and the associated implications for teachers and learners of mathematics**. 1999. Unpublished doctoral dissertation, University of Oxford, Oxford, England *apud* LIMA, F. H. Um método de transcrições e análise de vídeos: a evolução de uma estratégia. *In: ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 7., 2015, São João Del Rei. **Anais...** São João Del Rei: UFSJ, 2015. v. 7. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/UM-M%C3%89TODO-DE-TRANSCRI%C3%87%C3%95ES-E-AN%C3%81LISE-DE-V%C3%8DDEOS-A-EVOLU%C3%87%C3%83O-DE-UMA-ESTRAT%C3%89GIA.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MONTEIRO, E. **O que crianças e professores são capazes de fazer com**: uma idéia na cabeça e uma câmera na mão. 2006. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/url?sa=U&q=http://www.eca.usp.br/nucleos/nce/pdf/041.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2017.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**. São Paulo, ECA-Ed. Moderna, n. 2, p. 27-35, 1995 *apud* VARGAS, A.; ROCHA, H. V. da; FREIRE, F. M. P. Promídia: produção de vídeos digitais no contexto educacional. **Novas Tecnologias Na Educação**, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo10/artigos/1bAriel.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MORETTI, M. S. **Atlas de identificação rápida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos**. Belo Horizonte: UFMG. ICB. Laboratório de Ecologia de Bentos, 2005. 6 p. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Curso%20Biomonitoramento/Arquivos/Atlas.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2017.

MOURA, A. J. A crise hídrica no Brasil: a água como elemento raro e caro. **Revista científica eletrônica FACIMEDIT**, v. 4, n. 1, p. 2-4, 2015. Disponível em: <<http://www.facimed.edu.br/o/revista/pdfs/dce3ce60a047a950fe99e9fc44cc3a12.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

NUINTIN, A. A. **O desenvolvimento de indicadores do desempenho e da qualidade para o processo de produção**: estudo de casos do processo de produção do café. 2007. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: <[doi:10.11606/D.96.2007.tde-20072007-164549](https://doi.org/10.11606/D.96.2007.tde-20072007-164549)>. Acesso em: 17 abr. 2018.

PELICIONI, M. C. F. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 19-31, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v7n2/03>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

PEREIRA, M. V. da S. **Produção e recepção de vídeos por estudantes de ensino médio**: estratégia de trabalho no laboratório de física. 2013. 218 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde) - Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/doutorado/arquivos/MARCUS%20VINICIUS%20DA%20SILVA%20PEREIRA.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

OLIVEIRA, C. de; MOURA, S. P. TIC's na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v. 7, n. 1, p. 75-95, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/viewFile/11019/8864>>. Acesso em: 8 abr. 2018.

OLIVEIRA, F. N. S.; FREIRE, F. das C. O.; AQUINO, A. R. L. de. **Bioindicadores de impacto ambiental em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa, 2004.

PEREIRA JÚNIOR, J. de S. **Recursos hídricos**: conceituação, disponibilidade e usos. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. Disponível: <http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2004_2687.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

PERRATON, H. Choosing technologies for education. **Journal of Education Media**, v. 25, n. 1, p. 31-38, 2000 *apud* PEREIRA, M. V. da S. **Produção e recepção de vídeos por estudantes de ensino médio**: estratégia de trabalho no laboratório de física. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/doutorado/arquivos/MARCUS%20VINICIUS%20DA%20SILVA%20PEREIRA.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J.; MAHER, C. A. Uma abordagem à Análise de Dados de Vídeo para investigar o desenvolvimento de ideias e raciocínios matemáticos de estudantes. **Boletim de Educação Matemática - Bolema**. Rio Claro, v. 17, n. 21, p. 81-140, 2004

PRETTO, N. De L. **Uma escola sem/com futuro**. 6. ed. Campinas: Papyrus, 2005 *apud* PEREIRA, M. V. da S. **Produção e recepção de vídeos por estudantes de ensino médio**: estratégia de trabalho no laboratório de física. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013. Disponível em:

<<http://www.nutes.ufrj.br/doutorado/arquivos/MARCUS%20VINICIUS%20DA%20SILVA%20PEREIRA.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

PREVEDELLO, C. F. **Design Educacional na produção de materiais didáticos digitais**. Pelotas: PACC; DED; CAPES; IFSul, 2013 *apud* PREVEDELLO, C. F.; ROSSI, W. S.; COSTA, A. C. da R. Direito autoral na produção de materiais didáticos para a educação a distância: reflexões para a utilização na era da informação. **Revista Thema**, v. 12, n. 2, p. 26-39, 2015. Disponível em: <<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/298-1025-1-pb.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

QUEIROZ, J. F. de; MOURA, M. S. G.; SILVA, S. T. S. **Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de águas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008.

REECE, P. F.; RICHARDSON, J. S. **Biomonitoring with the reference condition approach for the detection of aquatic ecosystems at risk**. In: DARLING, L. M. (Ed.). Proceedings biology and management of species and habitats at risk. Victoria: British Columbia, 1999. v. 2. p. 15-19 *apud* GOULART, M. D. C; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

REZEK, S. **Importância das TIC's na educação ambiental**. 2011. 36 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/1877/6/2011_SoraiaRezek.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2018.

RODRIGUES, G. S. de S. C.; COLESANTI, M. T. de M. C. Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 51-66, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/viewFile/9398/5743>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed.). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman and Hall, 1993. p. 1-9 *apud* GOULART, M. D. C; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

SADER, E. A ecologia será política ou não será. In: GOLDENBERG, M. (Org.). **Ecologia, ciência e política: participação social, interesses em jogo e luta de idéias no movimento ecológico**. Rio de Janeiro: Revan, 1992, p. 135-142 *apud* PELICIONI, M. C. F. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 19-31, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v7n2/03>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ. **Água: conhecer e entender para preservar**. Resumo. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1901-8.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.

SHEWBRIDGE, W.; BERGE, Z. L. The role of theory and technology in learning video production: the challenge of change. **International Journal on E-Learning**, v. 3, n.1, p. 31-

39, 2004 *apud* VARGAS, A.; ROCHA, H. V. da; FREIRE, F. M. P. Promídia: produção de vídeos digitais no contexto educacional. **Novas Tecnologias Na Educação**, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo10/artigos/1bAriel.pdf>>. Acesso em 13 abril. 2018.

SILVA, M. K. de M. Uso da televisão e do vídeo como tecnologias educacionais na Escola Estadual Professora Benedita de Castro Lima. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE ALAGOAS, 5., 2010, Alagoas. **Anais...** Alagoas: EPEAL, 2010. 13 p. Pesquisa em Educação: Desenvolvimento, Ética e Responsabilidade. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/246651-Uso-da-televisao-e-do-video-como-tecnologias-educacionais-na-escola-estadual-professora-benedita-de-castro-lima.html>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

SILVA, R. V.; OLIVEIRA, E. M. A possibilidade do uso do vídeo como recurso de aprendizagem em salas de aula do 5º Ano. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE ALAGOAS, 5., 2010, Alagoas. **Anais...** Alagoas: EPEAL, 2010. 13 p. Pesquisa em Educação: Desenvolvimento, Ética e Responsabilidade. Disponível em: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/artigos/videos/Pereira_Oliveira.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2018.

SPANHOL, G. K.; SPANHOL, F. J. Processos de produção de vídeo-aula. 2009. **Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2009. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/download/13903/7812>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

TORTAJADA, J.; PELÁEZ, A. (Ed.). **Ciencia, tecnologia y sociedad**. Madrid: Sistema, 1997 *apud* KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 10, p. 47-56, 2003. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/grupos-de-pesquisa/novas-tecnologias/grupos-de-pesquisa/pde/pde/pdf/vani_kenski.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

TRAJBER, R.; MEDONÇA, P. R. **Educação na diversidade**: o que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental. Brasília: Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2007. 262 p.

VARGAS, A.; ROCHA, H. V. da; FREIRE, F. M. P. Promídia: produção de vídeos digitais no contexto educacional. **Novas Tecnologias Na Educação**, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo10/artigos/1bAriel.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009, 159 p.

WARD, D.; HOLMES, N.; JOSÉ, P. **The New Rivers & Wildlife Handbook**. RSPP, NRA e The Wildlife Trusts. Sandy, Bedfordshire: Royal Society for the Protection of Birds, 1995. 426 p. *apud* GOULART, M. D. C; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

8. Você conhece ou já ouviu falar sobre bentos, bioindicadores ou macroinvertebrados aquáticos?

Sim Não

PESQUISA DE OPINIÃO II

*Obs: Questionário aplicado após a reprodução do vídeo.

Orientação: Responda essas perguntas marcando um X na alternativa de sua preferência

1. O vídeo que você assistiu apresentou um conteúdo interessante?

Sim Não

2. O vídeo que você assistiu proporcionou a sua compreensão ao conteúdo apresentado?

Sim Não

3. Quando você tiver a oportunidade de ir a um rio ou curso d'água, você observará os fatores ambientais, conforme apresentados no vídeo?

Sim Não

4. A partir do conteúdo apresentado, você é capaz de identificar um ambiente aquático através dos bioindicadores (macroinvertebrados aquáticos)?

Sim Não

5. Você acha que utilizar os bentos como indicadores de qualidade de água pode contribuir na avaliação da qualidade de água do município?

Sim Não

6. Qual sua opinião a respeito do conteúdo global do vídeo que você assistiu?

Excelente Muito Bom Bom Ruim

7. Você consegue compreender como a preservação da água é importante e como os organismos bioindicadores “deduram” a sua qualidade?

Sim Não

8. Você divulgaria os conhecimentos adquiridos com essas atividades aos seus amigos, parentes ou conhecidos?

Sim Não

QUESTIONÁRIO – PROFESSOR

Orientação: Responda essas perguntas marcando um X na alternativa de sua preferência.

Sexo: Masculino Feminino

Disciplina(s) que leciona: _____

Experiência docente (em anos): _____

Curso de Graduação/Ano de Conclusão _____

Possui Especialização? _____ Descreva a área: _____

1. Você trabalha assuntos concernentes a Educação Ambiental na sua disciplina?

Sim Não

2. Há interesse por parte dos alunos no que tange a assuntos de relevância ambiental durante as aulas?

Sim Não

3. Você tem conhecimentos básicos de Informática?

Sim Não

4. Vivemos em um mundo globalizado, onde as tecnologias estão sendo aprimoradas e revolucionadas a cada dia. Você realiza cursos de capacitação ou atualização para utilização de recursos tecnológicos em sala de aula?

Sim Não

5. Você acredita que os usos das tecnologias em sala de aula (data show, computador, TV, vídeo, *Internet*) associados a um conteúdo da disciplina podem favorecer o aprendizado dos alunos?

Sim Não

6. Você utiliza vídeos ou filmes em suas aulas nas disciplinas em que você leciona?

Sim Não

7. Quando você propõe uma atividade ou trabalho para aos alunos sobre algum conteúdo da disciplina que você leciona, eles utilizam recursos tecnológicos para apresentação dos mesmos?

Sim Não

8. Em linhas gerais, o vídeo apresentado sobre macroinvertebrados bentônicos apresentou um conteúdo satisfatório?

Sim Não

9. O roteiro deste vídeo proporcionou a sua compreensão ao conteúdo apresentado?

Sim Não

10. A partir do conteúdo apresentado você é capaz de identificar um ambiente aquático através dos bioindicadores de qualidade de água (macroinvertebrados aquáticos)?

Sim Não

11. Qual sua opinião a respeito do conteúdo global do vídeo apresentado?

Excelente Muito Bom Bom Ruim

12. Você utilizaria este material didático apresentado em suas aulas em outros momentos ou para outras turmas?

Sim Não

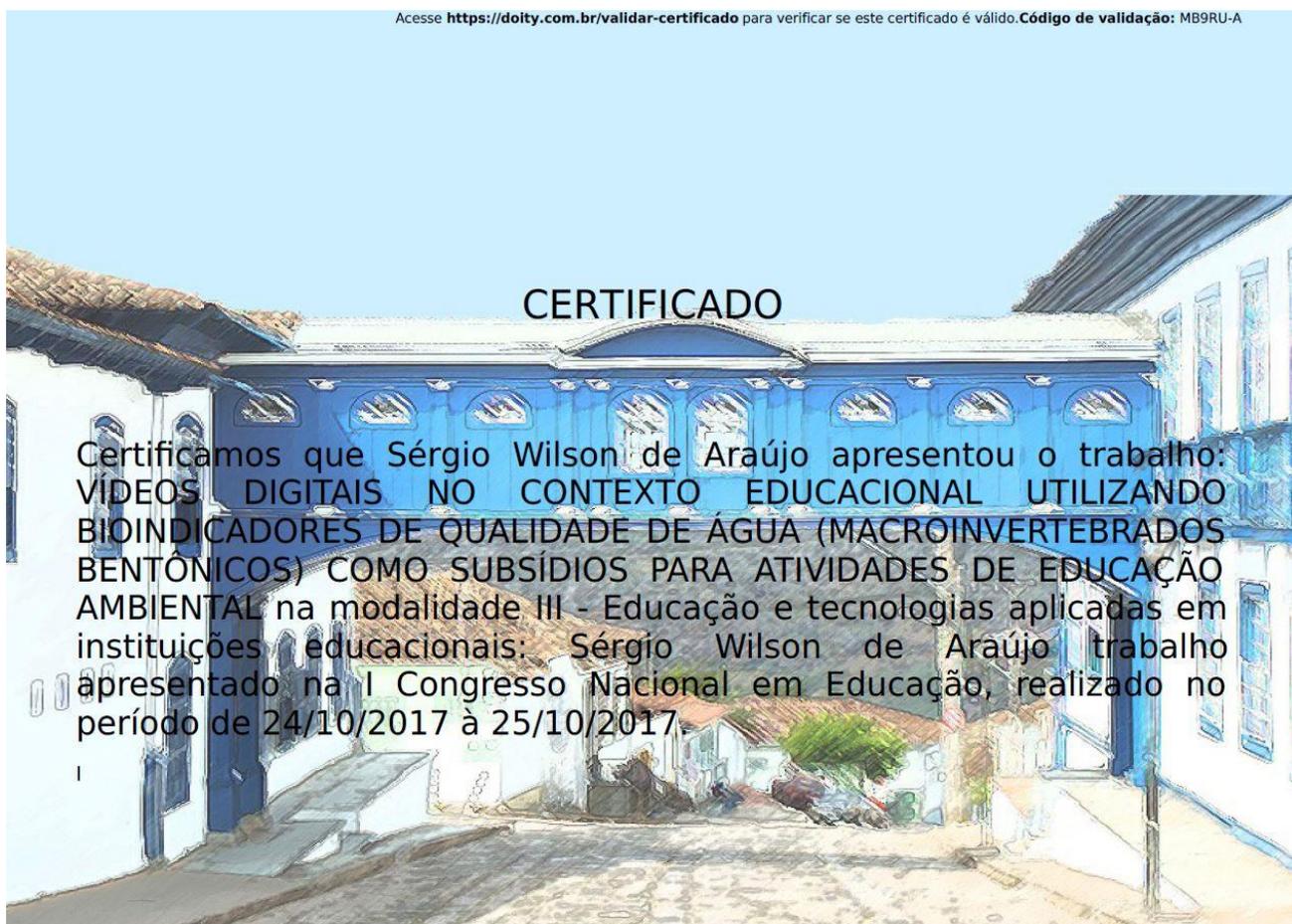
Justifique: _____

13. Escreva aqui suas críticas, sugestões e elogios a respeito do vídeo apresentado.

Tela de registro do vídeo, 2018:

Record 3 of 105	
You searched ISSN database - Title : all: dvd AND Code : country (ISO : 044\$c): bra	
ISSN	2595-2072
ISSN-L	2595-2072
Medium	Videocartridge
Key Title	Bioindicadores de Qualidade de Água (DVD)
First or current publisher	Diamantina, MG: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Country of publication	BRAZIL
Dates of publication	2018 / 9999 current
Sequential and/or chronological designations	Vol. 1 (2018)-
Frequency	Annual
Type of publication	Periodical
Language	Portuguese
Title script	Extended roman
Title proper	Bioindicadores de Qualidade de Água.
Abbreviated key title	Bioindic. Qual. Água (DVD)
Universal Decimal Classification	504
ISSN Centre	Brasil
Category	-- Register

Apresentação de Trabalho, fruto da Pesquisa no I Congresso Nacional de Educação, 2017:



Apresentação de Oficina, fruto da Pesquisa na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, 2017:

