

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS**

**ANARISA FÁTIMA CARMINATTI**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

Caxias do Sul  
2017

**ANARISA FÁTIMA CARMINATTI**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestra em Engenharia e Ciências Ambientais, Área de Concentração em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vania Elisabete Schneider

Caxias do Sul  
2017

C287e Carminatti, Anarisa Fátima

Educação Ambiental e Iniciação Científica no Ensino  
Fundamental / Anarisa Fátima Carminatti. – 2017.

227 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais,  
2017.

Orientação: Vania Elisabete Schneider.

1. Educação Ambiental - Alfabetização Científica e  
Tecnológica - Recursos Hídricos - Gestão Ambiental. I. Schneider,  
Vania Elisabete, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UCS com os dados  
fornecidos pelo(a) autor(a).

**ANARISA FÁTIMA CARMINATTI**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestra em Engenharia e Ciências Ambientais, Área de Concentração em Gestão Ambiental.

Caxias do Sul, 22 de fevereiro de 2017.

Banca Examinadora:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vania Elisabete Schneider  
Orientadora  
Universidade de Caxias do Sul

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nilva Lúcia Rech Stedile  
Universidade de Caxias do Sul

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Valquíria Villas Boas Gomes Missel  
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Ludmilson Abritta Mendes  
Universidade Federal de Sergipe

Dedico este trabalho a todos os aprendizes, em especial ao Eduardo, Felipe, Amanda, Vitória, Natiele e Vera que aceitaram o desafio de aventurar pelo universo da pesquisa e do conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

Minha gratidão a todos que contribuíram com o presente estudo, quer seja por meio de ações diretas, quer seja por ações indiretas que o tornaram real.

Meu eterno agradecimento à minha primeira família, em especial aos meus pais Dorvalino e Ivanir, que sempre incentivaram o estudo e o crescimento pessoal de seus filhos. Eles são o alicerce da qual sou fruto, onde nasci, cresci e amadureci. Agradeço também à minha segunda família, aquela que constituí com meu esposo Gilson e meus filhos Reinaldo, Francesca e Carlo e que sempre me apoiaram, fornecendo o afeto e a energia que se fizeram necessários. No decorrer da minha vida profissional participei de uma terceira família, constituída por educadores e educandos que contribuíram com meu processo de formação. Agradeço a eles pela oportunidade de ensinar e aprender, sempre buscando a superação das dificuldades e o aprimoramento no meu fazer.

Meu agradecimento especial a orientadora e amiga de longa data, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Vania Elisabete Schneider, por acreditar no meu trabalho, apontando falhas e soluções possíveis, permitindo o trilhar do caminho de forma livre e autônoma.

Aos técnicos e especialistas da Universidade de Caxias do Sul, em especial Elis Marina Tonet, Verônica Casagrande, Mavi Fontoura Frantz, Michel Mendes, e aos professores da E.M.E.F. Italo João Balen, em especial a Prof<sup>a</sup>. Sirlene Bertin, pelas contribuições neste estudo, atendendo o desejo de qualificar os processos de educação, estabelecendo um importante elo entre o ensino básico e o ensino superior.

Aos professores que avaliaram este trabalho e que com suas sugestões o aprimoraram nas suas diversas etapas, incluindo Projeto de Pesquisa, Qualificação e Defesa: Prof. Dr. Sérgio Faoro Tieppo, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzana Maria De Conto, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nilva Lúcia Rech Stedile, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valquíria Villas Boas Gomes Missel, Prof. Dr. Ludmilson Abritta Mendes.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais que contribuíram, quer seja na minha formação no decorrer do curso de Mestrado, quer seja com orientações pertinentes à melhoria deste trabalho acadêmico.

A CAPES e a FAPERGS que viabilizaram a execução do trabalho, por meio de recursos financeiros.

Por fim, a todos que se propõem a aprender... A enfrentar o desconhecido, na busca da superação de seus limites e no possível reencontro com seu novo ser.

## RESUMO

O desenvolvimento de habilidades científicas é o principal objetivo da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), a qual tem sido atualmente alvo de interesse de inúmeros pesquisadores que tenta tanto elucidar os mecanismos de concretização da ACT junto aos estudantes, quanto avaliar os indicadores desse processo verificando os avanços construídos pelos mesmos. A Alfabetização Científica busca a compreensão da estrutura básica de funcionamento das ciências, o que engloba a aquisição de vocabulário básico de conceitos científicos, uma compreensão da natureza dos métodos científicos e uma compreensão do impacto da ciência e da tecnologia sobre os indivíduos e sobre a sociedade. Neste estudo objetivou-se avaliar a efetividade da Educação Ambiental para o desenvolvimento de habilidades científicas em estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública, localizada na Microbacia do Arroio Pena Branca no Município de Caxias do Sul, RS, Brasil, utilizando como tema motivador os recursos hídricos. Trata-se de pesquisa participante com dados predominantemente qualitativos, utilizando-se como estratégias para coleta de dados o questionário e o grupo focal, além da observação direta da pesquisadora. O método de aprendizagem ativa utilizado com os participantes foi o Ensino pela Pesquisa e, no aporte teórico de conceitos necessários aos mesmos, foi realizada consulta a especialistas. As atividades envolveram conscientização quanto aos impactos ambientais e fundamentação teórica sobre os recursos hídricos, coleta de amostras e análise da qualidade da água de arroio com determinação do Índice de Qualidade da Água, reconhecimento e identificação de macroinvertebrados aquáticos coletados no arroio e utilizados como bioindicadores, realização de analogias entre ecossistema natural e ecossistema artificial, socialização dos conhecimentos construídos e construção de um jogo pedagógico. O estudo aponta para a efetividade da Educação Ambiental no desenvolvimento de habilidades científicas, sendo que compreendendo os efeitos da ação antrópica no ambiente natural, os participantes puderam refletir sobre possíveis mudanças e métodos que podem ser utilizados para a preservação e conservação dos recursos naturais e em particular a água. O envolvimento dos estudantes de Ensino Fundamental nas atividades de pesquisa demonstrou-se uma importante ferramenta para a compreensão das metodologias científicas e sua aplicabilidade em atividades de Educação Ambiental, bem como para a formação profissional futura.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental, Iniciação Científica, Recursos Hídricos.

## ABSTRACT

The development of scientific skills is the main goal of the Scientific and Technological Literacy (LST), which has been currently target of interest of many researchers who try to elucidate the mechanisms of implementation with the students, and to evaluate the indicators of this process checking the advances built by them. Scientific Literacy seeks the understanding of the basic operating structure of science, which encompasses the acquisition of basic vocabulary of scientific concepts, an understanding of the nature of scientific methods, and an understanding of the impact of science and technology on individuals and society. This study aimed to evaluate the effectiveness of environmental education to the development of scientific skills in students of the final years of primary school of a public school, located on the watershed called Arroio Pena Branca in the city of Caxias do Sul, in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, which uses the water resources as a motivating theme. The chosen methodology is a participant research with predominantly qualitative data, using as strategies for data collection the questionnaire and the focus group, besides the direct observation of the researcher. The active learning method used with participants was teaching by research and, theoretical concepts required contribution, was made queries the specialists and specialities. The activities involved awareness of environmental impacts and theoretical foundation on water, specimen collection and analysis of water quality of the stream with determination of the Index of Water Quality, the recognition and identification of aquatic macroinvertebrates collected in the watershed and used as bioindicators, the realization of analogies between natural and artificial ecosystem, the socialization of knowledge, and the construction of an educational game. The study points to the effectiveness of environmental education in the development of scientific skills. The understanding of the effects of human action in the natural environment made the participants to be able to reflect on possible changes and methods that can be used for the preservation and conservation of natural resources, particularly related to water. The Elementary school students' involvement in research activities proved to be an important tool for the understanding of scientific methodologies and their applicability in environmental education activities, as well as to vocational training.

**Keywords:** Environmental Education, Scientific Research, Water Resources.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ANA	Agência Nacional das Águas
CAPES	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CARVI	Campus Universitário da Região dos Vinhedos
CCET	Centro de Ciências Exatas e da Tecnologia
CENT	Centro de Ciências Exatas, da Natureza e de Tecnologia
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de oxigênio
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EA	Educação Ambiental
EETCS	Escola Estadual Técnica de Caxias do Sul
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EMEF	Escola Municipal de Ensino Fundamental
ENGFUT	Engenheiro do Futuro
FAPERGS	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul
IQA	Índice de Qualidade da Água
ISAM	Instituto de Saneamento Ambiental
LAPAM	Laboratório de Pesquisas Ambientais
MOSTRASEG	Mostra Científica e Tecnológica das Escolas do Ensino Médio da Serra Gaúcha
MEC	Ministério de Educação
ONU	Organização das Nações Unidas
ORP	Potencial de Oxirredução
PICMEL	Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras

ProNEA	Programa Nacional de Educação Ambiental
pH	Potencial Hidrogeniônico
ReCESA	Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental
RS	Rio Grande do Sul
SAMAE	Sistema Municipal de Água e Esgoto
SEAC	Semana Acadêmica do Campus Universitário da Região dos Vinhedos
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
SMED	Secretaria Municipal da Educação
SIA	Sistema de Informações Ambientais
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UCS	Universidade de Caxias do Sul

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interação dos estudantes participantes com o jogo “aquadradoce” – maio/2015 .....	42
Figura 2: Primeira versão do tabuleiro do “jogo da água” criado pelos participantes .....	52
Figura 3: Jogo planeta água – gtea: grupo de trabalho de educação ambiental do RS.....	52
Figura 4: Caixa surpresa, legenda e regras do “jogo da água” criadas pelos participantes.....	53
Figura 5: Visita do especialista da UCS para avaliação do “jogo da água” - junho/2015.....	54
Figura 6: Visita do especialista da UCS para avaliação da “trilha picmel” - agosto/2015.....	57

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atividades de ensino desenvolvidas com os participantes e respectivos objetivos.	32
Quadro 2: Atividades de ensino desenvolvidas com os participantes e respectivos objetivos.	32
Quadro 3: Estratégias de verificação utilizadas com os participantes e seus respectivos objetivos .....	33
Quadro 4: Atividades de ensino realizadas com os participantes – dez./2014 a ago./2015 .....	37
Quadro 5: Atividades de campo realizadas com os participantes no arroio pena branca.....	39
Quadro 6: Listagem de materiais bibliográficos sobre bioindicadores para formulação das apresentações dos participantes .....	42
Quadro 7: Atividades de reconhecimento e identificação de macroinvertebrados aquáticos ..	44
Quadro 8: Espécies de peixes selecionadas pelos participantes e introduzidas no aquário .....	47
Quadro 9: Atividades executadas com os participantes relacionadas à montagem do aquário	48
Quadro 10: Participação dos estudantes em eventos técnico- científicos e pedagógicos.....	49
Quadro 11: Listagem dos principais instrumentos pedagógicos sobre recursos hídricos .....	51
Quadro 12a: Partes reelaboradas pelos participantes, a partir do “jogo da água” .....	54
Quadro 12b: Partes criadas pelos participantes para o novo jogo “trilha picmel” .....	56

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
2	OBJETIVOS .....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2.1	Objetivos específicos .....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
3.1	Educação Ambiental .....	18
3.2	Alfabetização Científica e Tecnológica .....	22
3.3	Ensino pela Pesquisa.....	25
3.4	Recursos Hídricos .....	26
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	29
4.1	Tipo de pesquisa.....	29
4.2	Breve caracterização do objeto de estudo .....	29
4.2.1	Escola-alvo.....	30
4.2.2	Grupo de estudantes e professores colaboradores.....	30
4.2.3	Atividades realizadas com os participantes .....	31
4.2.3.1	Atividades de ensino .....	33
	<i>I. Conscientização quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos .....</i>	<i>33</i>
	<i>II. Fundamentação teórica sobre recursos hídricos .....</i>	<i>34</i>
	<i>III. Formação de multiplicadores ambientais na escola.....</i>	<i>35</i>
4.2.3.2	Atividades de pesquisa.....	38
	<i>I. Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca.....</i>	<i>38</i>
	<i>II. Enquadramento das águas doces superficiais.....</i>	<i>40</i>
	<i>III. Reconhecimento e identificação de macroinvertebrados aquáticos .....</i>	<i>42</i>
	<i>IV. Montagem e monitoramento de um aquário na escola.....</i>	<i>45</i>
	<i>V. Socialização de conhecimentos científicos construídos.....</i>	<i>48</i>
4.2.4	Avaliação do processo realizado.....	50
4.2.4.1	Comparação dos conhecimentos prévios e adquiridos sobre recursos hídricos.....	50
4.2.4.2	Grupo focal .....	50
4.2.4.3	Desenvolvimento de jogo pedagógico .....	51
5	RESULTADOS.....	58
5.1	Resultados publicados com os participantes da pesquisa .....	58

5.2	Resultados publicados em eventos técnico-científicos.....	60
5.3	Artigos submetidos .....	60
6	RESULTADOS COMPLEMENTARES.....	80
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
8	RECOMENDAÇÕES .....	83
	REFERÊNCIAS .....	84
	APÊNDICE A – TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO .....	88
	APÊNDICE B – ATIVIDADE DE CONSCIENTIZAÇÃO QUANTO AOS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS .....	90
	APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INICIAL.....	92
	APÊNDICE D – ROTEIRO DE APRENDIZAGEM NO UCS AQUARIUM.....	94
	APÊNDICE E – MONITORAMENTO DO AQUÁRIO.....	100
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO INICIAL SOBRE O ASSUNTO MEIO AMBIENTE..	102
	APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO FINAL SOBRE O ASSUNTO MEIO AMBIENTE....	111
	APÊNDICE H – QUESTÕES PARA ENTREVISTA NO GRUPO FOCAL .....	120
	APÊNDICE I – DESENVOLVIMENTO DE JOGO PEDAGÓGICO – PARTES REELABORADAS PELOS PARTICIPANTES A PARTIR DO “JOGO DA ÁGUA” PARA CRIAÇÃO DO JOGO “TRILHA PICMEL” .....	122
	APÊNDICE J – DESENVOLVIMENTO DE JOGO PEDAGÓGICO – PARTES CRIADAS PELOS PARTICIPANTES PARA O JOGO “TRILHA PICMEL .....	130
	ANEXO I – RESULTADOS PUBLICADOS COM OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	135
	ANEXO II – RESULTADOS PUBLICADOS EM EVENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS .....	199

## 1 INTRODUÇÃO

“A faixa etária extremamente jovem apresenta o potencial ideal para a absorção de novos conceitos de ocupação do espaço geográfico e a formação de uma consciência crítica em torno de questões e problemas ambientais” (SECCO, 1998). O desenvolvimento de habilidades científicas seria a meta principal da Alfabetização Científica e Tecnológica e que atualmente é alvo de interesse de inúmeros pesquisadores que tenta tanto elucidar os mecanismos de concretização junto aos estudantes, quanto avaliar os indicadores desse processo, verificando os avanços adquiridos pelos mesmos. No Brasil estas questões vêm sendo amplamente discutidas nos diversos segmentos da sociedade, embora ações mais efetivas que conduzam à convivência harmônica do homem com a natureza ainda sejam insuficientes (CALLISTO; FRANÇA, 2004).

A Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795/ 1999, apresenta a Educação Ambiental como tema transversal nos processos de ensino-aprendizagem, por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente. É considerada um componente essencial e permanente da 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). Estes referenciais tornam-se essenciais quando do estabelecimento de metas a serem atingidas a médio e longo prazo nas questões ambientais, mas também da formação cidadã e da profissionalização na área ambiental. Neste contexto, a construção de instrumentos, processos e metodologias que possam ser incorporadas ao currículo do ensino formal e não formal, são ferramentas importantes já contempladas nas linhas de ação e estratégias do Programa Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 2005). Segundo Costa, Monteiro e Costa (2008), referindo-se à Conferência de Tbilisi, a resolução de problemas ambientais é recomendada como estratégia metodológica para ações locais, a fim de estabelecer vínculos entre os processos educativos e a realidade cotidiana dos educandos.

Por outro lado, a iniciação científica na escola, na maioria das vezes, se resume à transmissão de conceitos teóricos sobre ciências, deixando-se em segundo ou nenhum plano o processo de investigação, que é a sua verdadeira natureza. Segundo Laranjeiras (2010), o ensino de ciências na escola tem abdicado das ciências, tornando-as ausentes de seu contexto, muitas vezes negando-as ou substituindo a experimentação em sua integridade epistemológica por atividades práticas.

Sasseron e Carvalho (2011) elegem três eixos estruturantes da Alfabetização Científica:

- 1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais;
- 2) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática;
- 3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

As autoras defendem que propostas didáticas que respeitem esses três eixos devem ser capazes de promover a iniciação científica, pois se tem a oportunidade de trabalhar de forma integrada os problemas envolvendo a sociedade e o ambiente. Nessa abordagem, a Alfabetização Científica está diretamente ligada à pesquisa, pois segundo Demo (2006), dialogar com a realidade talvez seja a definição mais apropriada de pesquisa, pois saber dialogar de modo crítico e criativo faz da pesquisa condição de vida, progresso e cidadania. Como resultado o estudante levará para a sua vida o que cria por si mesmo e somente isso tem condições de fazer parte da sua atitude.

O tema água como motivador para a Alfabetização Científica e para a Educação Ambiental torna-se um importante instrumento para fazer frente aos problemas relacionados à escassez por quantidade e por qualidade, sendo este um elemento essencial à vida e um recurso de base socioeconômica fundamental à estruturação das sociedades humanas e preservação da vida em suas mais diversas manifestações.

A gestão de recursos hídricos no Brasil segue um modelo participativo, no qual as decisões sobre seus usos em todo o País devem ser tomadas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, que são constituídos por representantes da sociedade civil, do Estado e dos Municípios. Porém, a legislação aplicada de forma isolada não será capaz de assegurar o uso sustentável desse recurso natural, muito menos garantir que toda a população tenha acesso irrestrito a esse recurso considerado de domínio público (SOUZA, 1997). Neste sentido, além das disposições legais, devem-se somar ações individuais e/ou ações coletivas que visem à conscientização das pessoas de maneira formal e/ou informal, quer seja na busca da conservação do bom estado dos recursos hídricos locais para as presentes e as futuras gerações, quer seja pela preservação do ambiente natural de forma perene. Sendo assim, a mobilização social e a Educação Ambiental são ferramentas importantes para que se alcancem

as metas do sistema de gestão de recursos hídricos (PICCOLI *et al.*, 2016). Preparar as gerações futuras para o enfrentamento das dificuldades relacionadas à escassez de recursos hídricos, seja por quantidade ou por qualidade, é um dos desafios à sociedade moderna, uma vez que se trata de recurso essencial à própria sobrevivência por sua natureza integradora e unificadora das relações ecossistêmicas.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a efetividade da Educação Ambiental para o desenvolvimento de habilidades científicas em estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública, utilizando como tema motivador os recursos hídricos. Utilizando-se de pressupostos de Educação Ambiental, por meio da qual é possível atingir uma camada representativa da sociedade, objetivou-se ainda a formação de multiplicadores ambientais. Para o desenvolvimento de tais habilidades nos participantes da pesquisa, o assunto recursos hídricos foi eleito como tema motivador, uma vez que consiste em um dos elementos naturais há muito impactado pelas atividades humanas.

Este documento, que visa atender as demandas do processo de defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, está organizado em capítulos. O capítulo 1 corresponde à introdução aqui descrita. No capítulo 2 apresentam-se os objetivos geral e específicos, no capítulo 3 apresenta-se o referencial teórico composto por quatro assuntos que são Educação Ambiental, Alfabetização Científica e Tecnológica, Ensino pela Pesquisa e Recursos Hídricos. A seguir, no capítulo 4 apresentam-se os procedimentos metodológicos em que, além da definição do tipo de pesquisa e a caracterização do objeto de estudo, estão descritas as atividades de ensino e as atividades de pesquisa realizadas com os participantes, cada qual com seus devidos objetivos. No capítulo 5 estão os resultados do trabalho subdivididos em resultados publicados em eventos técnico-científicos, artigos submetidos, outros resultados publicados e resultados publicados com os participantes da pesquisa, sendo que os dois últimos constam nos Anexos A, B e C. No capítulo 6 são apresentados resultados complementares do trabalho ainda passíveis de publicação e divulgação na comunidade científica. Finalizando, os capítulos 7 e 8 apresentam as considerações finais e as recomendações, respectivamente.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a efetividade da Educação Ambiental para o desenvolvimento de habilidades científicas em estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública, utilizando como tema motivador os recursos hídricos.

#### **2.1.1 Objetivos específicos**

- 1) Desenvolver habilidades científicas nos participantes mediante: coleta de amostras e análise de resultados da qualidade da água em corpos hídricos; enquadramento das águas doces superficiais; reconhecimento e identificação de macroinvertebrados bentônicos utilizados como bioindicadores da qualidade da água; realização de analogias entre um ecossistema natural e um ecossistema artificial de água doce; socialização de conhecimentos construídos.
- 2) Comparar os conhecimentos prévios dos estudantes com os conhecimentos no final da experiência de pesquisa.
- 3) Avaliar a efetividade das ações desenvolvidas, segundo percepção dos participantes, por meio da técnica de grupo focal.
- 4) Desenvolver jogo pedagógico utilizando conceitos relacionados aos recursos hídricos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir apresenta-se o referencial teórico, o qual envolve os quatro temas de que é foco o presente trabalho: Educação Ambiental, Alfabetização Científica e Tecnológica, Ensino pela Pesquisa e Recursos Hídricos.

#### 3.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer da história primitiva da humanidade, a sobrevivência do homem esteve sempre vinculada à natureza, sendo então valorizada como um bem. Porém, com o desenvolvimento da ciência e sob a ótica do paradigma cartesiano, passou-se de uma visão do todo para uma visão detalhada das partes. Esta visão científica objetiva, reducionista e atomista se concretiza na postulação de verdades absolutas, sendo que a Terra passa a ser considerado espaço de sustento, de domínio tecnológico e objeto de pesquisas. Isso, inevitavelmente, provoca o afastamento do ser humano da natureza, já que seu ser biológico é separado de seu ser social (BRUSTOLIN, 2012).

Segundo Unger (2001), nesta visão cartesiana de mundo, o projeto de dominação e controle ainda constitui o eixo em torno do qual a modernidade gravita, sendo o critério de determinação do real e da expansão do poder humano sobre o planeta e sobre outras formas de vida.

A natureza, porém, começa a sinalizar que necessita de cuidados e o homem se vê frente a um novo desafio: compreender que a Terra funciona como um grande organismo. Surge então a teoria sistêmica, em que a visão de totalidade sobre os fenômenos do mundo revelam a complexidade da realidade. Surge um novo modo de ver a vida e suas relações. E nesse movimento igualmente surge a teoria da Biologia do Conhecer, que traz o conceito de autopoiese (auto: por si; poiese: produção), ou seja, os seres estão interligados vivendo em uma circularidade onde se produzem e são produzidos pelo meio (MATURANA; VARELA, 1997). Segundo os autores, a característica central de um sistema autopoietico consiste em passar por contínuas mudanças estruturais, mantendo seu padrão de organização semelhante a uma teia. Os componentes da rede produzem e transformam continuamente uns aos outros.

Esta nova visão científica das relações, dos contextos, dos padrões e dos processos se concretiza em verdades temporárias, sendo que a Terra passa a ser considerada espaço de

vida, de aconchego, de cuidado. Segundo Brustolin (2012), a competição é substituída pela cooperação, o conectivo “ou” da exclusão pelo conectivo “e” da inclusão, a visão disciplinar passa a ser transdisciplinar, a Física Newtoniana abre espaço para a Física Quântica.

Frente a estas mudanças, ocorrem vários movimentos sociais no século XX, dentre eles o conservacionismo, o ecologismo e o ambientalismo, este último como algo intermediário entre os dois primeiros. O ambientalismo surge para fortalecer a ideia de que o conservacionismo não é suficiente, necessitando-se mudanças sociais e econômicas, porém menos radicais do que as defendidas pelos ecologistas (PÁDUA apud SVIRSKY; CAPOBIANCO, 1997). No ano de 1968 ocorre uma reunião em Roma, conhecida como Clube de Roma, em que cientistas de países desenvolvidos discutiram questões como o consumo, as reservas naturais, fazendo uma projeção do crescimento populacional até meados do Século XXI (REIGOTA, 2001). Estas discussões foram de extrema importância para o surgimento de uma nova relação homem-natureza, bem como a visão de que o planeta Terra é fonte de recursos naturais renováveis e não renováveis. Ainda segundo o mesmo autor, começa a surgir o conceito de Educação Ambiental (EA), sendo que a Carta de Belgrado, escrita em 1975, institui os seus seis objetivos:

- 1- Conscientização;
- 2- Conhecimento;
- 3- Comportamento ou atitude;
- 4- Competência;
- 5- Capacidade de avaliação;
- 6- Participação;

Ao mesmo tempo ocorrem conferências internacionais como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, também conhecida como Conferência de Estocolmo, realizada em 1972 na Suécia. Esta foi a primeira grande reunião de chefes de estado organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), na qual participaram 113 países, 250 organizações não governamentais e organismos da ONU. Como resultado teve-se a Declaração Sobre o Meio Ambiente Humano e um plano de ação para propor soluções aos problemas ambientais emergentes, surgindo o conceito de ecodesenvolvimento. Ainda em nível internacional, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92, Eco-92 ou Cúpula da Terra, realizada na cidade do Rio de Janeiro, no Brasil, em 1992 foi o marco para o surgimento do conceito de

desenvolvimento sustentável em meio à participação de 172 países, representados por cerca de 10 mil participantes, incluindo 116 chefes de estado, 1400 organizações não governamentais e 9 mil jornalistas. Os resultados foram:

- a. Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento;
- b. Agenda 21;
- c. Princípios para o Desenvolvimento Sustentável das Florestas;
- d. Convenção da Biodiversidade;
- e. Convenção sobre Mudanças do Clima.

Segundo Layrargues e Lima (2014) a EA surgiu no contexto de uma crise ambiental reconhecida no final do século XX, estruturando-se para que o ser humano adotasse uma visão de mundo e uma prática social capazes de minimizar os impactos produzidos pela ação humana sobre o ambiente. Ainda segundo os mesmos autores, o fato de que a EA compreendia um universo pedagógico multidimensional envolvendo as relações entre o indivíduo, a sociedade, a educação e a natureza foi exigindo aprofundamentos, tornando essa prática educativa mais complexa do que se poderia imaginar.

Em âmbito nacional, por volta dos anos oitenta, o Brasil demonstra preocupação e, na própria Constituição de 1988, é criado o capítulo específico do Meio Ambiente (BRASIL, 2002). Abordando a EA, o Parecer 226/87, do Conselho Federal de Educação propõe a sua inclusão nos conteúdos a serem explorados nas propostas curriculares das escolas de 1º e 2º graus (BRASIL, 2001).

De acordo com o previsto na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), que dispõe sobre este tema transversal, no capítulo I em seu Art. 1º está descrito o seguinte conceito:

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).

Em seu Art. 2º a Lei coloca que: “A Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da 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).

Mais recentemente, o Conselho Nacional de Educação (CNE), vinculado ao Ministério de Educação (MEC), através da Resolução nº 02, de 15 de junho de 2012, estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a EA (BRASIL, 2012).

Estes referenciais são muito importantes para o estabelecimento de metas a serem atingidas a médio e longo prazo. Apesar da carência de informações sobre como alcançá-las, sabe-se que a construção de instrumentos, processos e metodologias que possam ser incorporadas ao currículo do ensino formal e não formal são ferramentas importantes já contempladas nas linhas de ação e estratégias do Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA (BRASIL, 2005).

Durante a trajetória histórica da EA brasileira, ocorreu um momento inicial de busca por uma definição conceitual universal, comum a todos os envolvidos nessa práxis educativa, mas que passa a ser abandonado pela percepção crescente da diversidade de visões da pluralidade de atores que dividiam o mesmo universo de atividades e de saberes. Ao longo desse percurso os educadores ambientais, percebendo que há variados conceitos de natureza, meio ambiente, educação e sociedade, concluíram que também existem diferentes concepções de EA (LAYRARGUES; LIMA, 2014).

Atualmente estão identificadas 15 correntes de EA, segundo Sauv e apud Sato & Carvalho (2008):

- a) Correntes tradicionais: Científica, Moral/ tica, Conservacionista/ Recursista, Humanista, Resolutiva, Naturalista, Sist mica;
- b) Correntes mais recentes: Biorregionalista, Crítica-Social, Eco-educa o, Etnográfica, Feminista, Holística, Prática, Sustentabilidade.

Vendruscolo *et al.* (2013) apontam que, embora o foco da EA seja o ambiente e a conserva o, diferentes concep es, objetivos e práticas educativas podem ser utilizadas. Segundo as autoras, as correntes mais citadas e utilizadas entre educadores foram:

- 1) Conservacionista/recursista: EA baseada na preocupa o da conserva o de recursos para uso humano, mostrando um apelo para a qualidade da água, energia e do solo;
- 2) Moral/ tica: EA baseada em valores e atitudes de ecocivismo, desenvolvendo um sistema de comportamentos socialmente desejados;

- 3) Sustentabilidade: EA baseada na utilização racional dos recursos naturais, buscando contribuir para um desenvolvimento econômico equilibrado aos aspectos sociais e do meio ambiente.

Apesar de não haver um conceito universal sobre EA, pode-se considerar que ela é uma forma de educação política em que o indivíduo participa ativamente, reivindicando e exigindo melhorias no âmbito social, político e econômico (REIGOTA, 2001).

Costa, Monteiro e Costa (2008) lembram que a Conferência de Tbilisi recomenda como estratégia metodológica na EA a resolução de problemas ambientais locais, a fim de estabelecer vínculos entre os processos educativos e a realidade cotidiana dos envolvidos. Porém é importante realizar um estudo da realidade com os envolvidos, a fim de identificar quais os conceitos, as necessidades e as possíveis soluções que apresentam.

A EA é um desafio em torno de questões vivas, respondendo às inquietudes maiores, fazendo aprender a reabitar coletivamente os meios de vida, de modo responsável, em função de valores constantemente esclarecidos e afirmados que é o aprender a viver juntos, tanto entre humanos, quanto com outras formas de vida que compartilham e compõem o meio ambiente (SAUVÉ, 2016).

A partir dessas considerações e estando a EA como tema transversal no currículo escolar, enfrenta-se um novo desafio, que é como transformar os conhecimentos sobre o ambiente em atitudes de valorização e respeito no cotidiano das pessoas. Como transformar o ser humano, que se afastou tanto da natureza, em um sujeito ecológico. Portanto, instrumentalizar a EA no Ensino Fundamental é relevante, devido às mudanças que a humanidade vivencia com relação aos seus modelos econômicos e à sustentabilidade destes, e da própria relação homem-natureza, apontando para uma posição cada vez mais importante desse tema transversal nos espaços de educação formal e não formal. Por ser a escola o lugar de educar, pode construir aprendizagens e, conseqüentemente, mudanças de atitudes em pessoas jovens e adultas, uma vez que a aplicação de conceitos de respeito ao meio ambiente no cotidiano é uma demonstração de que a aprendizagem se tornou significativa.

### 3.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

O tema Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) é alvo de interesse de inúmeros pesquisadores que tentam tanto elucidar os mecanismos de concretização junto aos

estudantes, quanto avaliar os indicadores desse processo, verificando com clareza os avanços construídos pelos mesmos. Este assunto instigante sempre remete a alguns questionamentos:

- 1) O que é ACT?
- 2) Os estudantes são alfabetizados? E cientificamente?
- 3) E os professores são alfabetizados? E cientificamente? E em todas as áreas?
- 4) O tema é novo?
- 5) Como iniciar uma mudança significativa?
- 6) Quais as habilidades necessárias para que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente?

Primeiramente é necessário elucidar alguns conceitos essenciais, podendo-se iniciar com o conceito de alfabetização que, segundo o Dicionário Online Aurélio da Língua Portuguesa, consiste na ação de alfabetizar, de propagar ensino da leitura, o conjunto de conhecimentos adquiridos na escola. Alfabetização corresponde ao aprendizado do alfabeto e de sua utilização como código de comunicação. De um modo mais abrangente, a alfabetização é definida como um processo no qual o indivíduo constrói a gramática e em suas variações. Esse processo não se resume apenas na aquisição dessas habilidades mecânicas do ato de ler, mas na capacidade de interpretar, compreender, criticar, resignificar e produzir conhecimento (SOARES, 2003).

Já a Alfabetização Científica pode ser entendida como a compreensão da estrutura básica de funcionamento das ciências, o que engloba, segundo Miller (2000), a aquisição de vocabulário básico de conceitos científicos, uma compreensão da natureza dos métodos científicos e do impacto da ciência e da tecnologia sobre os indivíduos e sobre a sociedade. As etapas da alfabetização científica segundo o autor seriam:

- a) educar em ciências e sobre ciências;
- b) associar a dimensão conceitual à dimensão investigativa;
- c) propiciar o acesso aos valores, linguagens, símbolos, etc;
- d) vivenciar situações argumentativas;
- e) promover o ensino investigativo: não confundir com prática experimental.

O significado ampliado da expressão “ser alfabetizado cientificamente”, segundo Chassot (2006), é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. Sasseron e Carvalho (2011), por sua vez, elegem três eixos estruturantes da Alfabetização Científica que são:

- a) natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e entendimento;
- b) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais;
- c) compreensão das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

As autoras defendem que propostas didáticas que respeitem esses três eixos devem ser capazes de promover a iniciação científica, pois se tem a oportunidade de trabalhar de forma integrada os problemas envolvendo a sociedade e o ambiente.

A Alfabetização Científica também deve estar relacionada à resolução de problemas passíveis de solução e próximos da realidade. Segundo Moraes (2010), a Alfabetização Científica está relacionada à construção da cidadania, pois a preocupação com a formação crítica do estudante implica numa visão de que a ciência e a construção do saber científico estão vinculadas à realidade.

Nessa abordagem, a Alfabetização Científica está diretamente ligada à pesquisa, pois segundo Demo (2006), dialogar com a realidade talvez seja a definição mais apropriada de pesquisa, pois saber dialogar de modo crítico e criativo faz da pesquisa condição de vida, progresso e cidadania. Como resultado o estudante levará para a sua vida o que cria por si mesmo e somente isso tem condições de fazer parte da sua atitude.

Apesar de todo o avanço de conhecimentos científicos e tecnológicos, a humanidade está vivenciando uma crise global com questões urgentes, tanto na área ambiental, quanto na área social. Porém, o que se observa é o distanciamento cada vez maior da educação em ciências ou ACT, que se concentra principalmente no ensino de conhecimentos e habilidades, e a EA, que também enfatiza a incorporação de valores e mudança de comportamentos (WALS *et al.*, 2014). Surgem, portanto, questionamentos de como promover a aproximação entre as ciências e a EA. Segundo Viecheneski & Carletto (2013), é importante desde os primeiros anos de escolarização abordar questões que envolvam a ciência, a tecnologia e a sociedade, estabelecendo relações entre as mesmas e o cotidiano do estudante. As autoras apontam que a aquisição gradual de conhecimentos científicos possibilitará aos estudantes agir em prol de uma melhor qualidade de vida, hoje e futuramente.

### 3.3 ENSINO PELA PESQUISA

Educar pela pesquisa consiste em um método de aprendizagem ativa, proposto por Demo (1995). Defende que o mais importante é compreender que sem pesquisa não há ensino e que, se a pesquisa é a razão do ensino, o reverso é verdadeiro. Segundo o autor, “transmitir conhecimento deve fazer parte do mesmo ato de pesquisa, seja sob a ótica de dar aulas, seja como socialização do saber, seja como divulgação socialmente relevante.” (DEMO, 2006, p. 52).

Primeiramente deve-se rever a relação entre o estudante e o professor, ou seja, a condição para educar pela pesquisa precisa que o professor seja um pesquisador e a tenha como uso no cotidiano, e o estudante deixe de ser objeto de ensino para ser companheiro de trabalho. Além disso, é necessário rever o conceito de aula e sala de aula, buscando *elaborar ciência*, sendo que, se isso não acontecer, a ideia de pesquisa estará apenas esboçada, mas não efetivada (DEMO, 2006). O autor aponta necessárias condições didáticas, pelo menos a nível teórico, para que um *elaborador científico* seja motivado:

- a) indução do contato pessoal com as teorias, através da leitura, levando a interpretação própria;
- b) manuseio de produtos científicos e teorias, em biblioteca adequada e banco de dados;
- c) transmissão de alguns ritos formais de trabalho científico (como citar; como estruturar o corpo, com começo, meio e fim; como ordenar dados);
- d) destaque da preocupação metodológica, no sentido de enfrentar ciência em seus vários caminhos de realização histórica e epistemológica, induzindo a que o estudante formule posição própria fundamentada;
- e) a partir disso, cobrança de elaboração própria, de início um tanto reprodutiva, mera síntese, mas que, aos poucos se torna capacidade de criar.

Com estas condições garantidas, o aluno não irá apenas escutar, mas terá condições de produzir, o que exigirá do professor investir nesta competência. Essa nova forma de educar redefine a função do professor e do estudante, o primeiro passa a ser motivador e a serviço da emancipação do segundo, enquanto este se torna a nova geração do professor, o futuro mestre (DEMO, 2006).

Ensinar pela pesquisa remete a repensar a educação guiada pela repetição do conhecimento, estruturada na aula repassada pelo professor e copiada pelo estudante (DEMO, 1996). O referido método de aprendizagem ativa elucida o poder transformador da educação que, através de uma formação criativa, autônoma e crítica, pode tornar o estudante construtor da sua própria história.

### 3.4 RECURSOS HÍDRICOS

Segundo dados publicados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), desde o século XX, o Brasil vem aprimorando sua legislação, em busca da conservação e preservação de seus recursos hídricos. Em fins do século XIX e início do século passado enfrentou uma crise econômica devido à mudança no seu modelo econômico, até então focado na agricultura, passando ao modelo industrial. Essa mudança exigiu maior consumo de energia elétrica, o que gerou a publicação do Decreto nº 24.643 em 10 de julho de 1934, que aprovou o Código de Águas Brasileiro.

A aplicação do Código de Águas e a evolução dos problemas sócio econômicos do País possibilitaram alterações no modelo de administração pública e de novas normas legais. Neste cenário surgem instrumentos, resoluções e normativos legais, decorrentes do Código de Águas, apresentando de forma detalhada a legislação mais recente ou mais relevante para a gestão dos recursos hídricos no Brasil:

1. Código de Águas Minerais, Decreto nº 7.841 de 1945 que classificou e disciplinou o uso de águas minerais;
2. Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2002) que permitiu aos Estados e à União criar seus sistemas de gestão;
3. Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), Lei Nº 9.433/97 (BRASIL, 1997);
4. Legislações Estaduais de Gestão de Águas, baseadas nas demais leis federais;
5. Criação da Agência Nacional das Águas (ANA), Lei Nº 9.984/2000 (BRASIL, 2000), que tem como missão básica a implantação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos.

6. Resolução nº 98/2009 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2009), que estabelece parâmetros para as ações de EA, capacitação, mobilização e comunicação em recursos hídricos, visando integrar a PNEA e a PNRH.

A PNRH baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I) a água é um bem de domínio público;
- II) a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III) em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV) a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH);
- VI) a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A PNRH tem como premissas a participação social e a descentralização da gestão das águas, sendo atribuído aos colegiados do SINGREH a sua implementação, através dos conselhos de recursos hídricos e dos Comitês de Bacias Hidrográficas. A legislação brasileira sobre recursos hídricos prevê que as decisões e seus usos em todo o País sejam tomadas pelos referidos comitês, estes constituídos por representantes da sociedade civil (1/3), do Estado (1/3) e dos Municípios (1/3) (BRASIL, 1997). Devido a sua característica integrada, descentralizada e participativa, a PNRH relaciona-se diretamente a EA e, em certa medida, a ACT que também possui estes atributos. A PNEA, regulamentada pelo Decreto nº 4.281/2002 (BRASIL, 2002), estabelece princípios, diretrizes e objetivos da EA, estando dentre eles o objetivo estratégico: “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.” (BRASIL, 1999).

Segundo Mlynarz & Montenegro apud Paula Júnior & Modaeli (2011), a construção de uma cultura de participação, qualificada com o diálogo, de forma coerente com a política das águas, mostra-se como um dos eixos centrais da política de EA, observando que o desafio de construir metodologias competentes para promover esta participação está ancorado em ambas políticas nacionais.

Sabe-se que a legislação aplicada de forma isolada não será capaz de assegurar o uso sustentável dos recursos hídricos, muito menos garantir que toda a população tenha acesso irrestrito a este bem de domínio público. Além das disposições legais devem-se somar ações individuais e/ou ações coletivas que visem à conscientização das pessoas de maneira formal e/ou informal, quer seja na busca da conservação do bom estado dos recursos naturais locais para as presentes e as futuras gerações, quer seja pela preservação do ambiente natural de forma perene. (PICCOLI *et al.*, 2016).

A gestão dos recursos hídricos, buscando-se o seu uso racional aliado à prevenção da poluição e à recuperação dos sistemas afetados, é essencial a preservação da vida e da saúde ambiental e humana. Neste sentido, é essencial compreender como funcionam estes sistemas para poder atuar sobre eles de forma racional e efetiva. A conscientização sobre a importância dos recursos hídricos para a vida e para os seres humanos é um dos caminhos para alcançar um equilíbrio entre as demandas e necessidades, as disponibilidades e a preservação destes recursos e das comunidades de seres vivos a eles associada.

A aplicação de projetos de EA, utilizando a bacia hidrográfica como unidade de ensino, faz com que se gerem conhecimentos sobre a percepção e a sensibilização ambiental. Segundo Tundisi & Schiel apud Schiel *et al* (2002), ao utilizar-se a bacia hidrográfica como unidade de ensino de EA, ela torna-se indispensável para o desenvolvimento sustentável e para a conscientização da sociedade e das comunidades na qual está inserida, pois abrange diferentes áreas do conhecimento.

Embora a EA não possa e não dê conta dos conteúdos técnicos e especializados da gestão de recursos hídricos, segundo Veiga, Malafaia & Castro (2013), não se pode perder a perspectiva de formação de sujeitos históricos dentro do processo de desenvolvimento de capacidades, ou seja, que a partir de uma reflexão crítica de suas realidades, possam intervir e atuar na transformação social necessária para o uso sustentável e proteção da água como função ecológica essencial do meio ambiente global.

## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **4.1 TIPO DE PESQUISA**

Este trabalho se utilizou de metodologia participante com dados predominantemente qualitativos. Segundo Brandão (1999), não há modelos únicos e não há usos normativos de tipos de pesquisa participante e o papel do intelectual é o de ser um mediador que responde, com os instrumentos do seu saber e de sua profissão, as decisões e exigências do seu grupo participante. Segundo Dias (2000), a pesquisa qualitativa caracteriza-se, principalmente, pela ausência de medidas numéricas e análises estatísticas, examinando aspectos mais profundos e subjetivos do tema em estudo.

O método de aprendizagem ativa Educar pela Pesquisa foi utilizado com os participantes. O método citado consiste em estimular o estudante à curiosidade pelo desconhecido, incitá-lo a procurar respostas, a ter iniciativa, a compreender e iniciar a elaboração de suas próprias ideias, sendo o professor orientador do trabalho conjunto de forma coletiva e individual (DEMO, 1996).

Como estratégia para coleta de dados utilizou-se o questionário e o grupo focal, embora tenham ocorrido observações da pesquisadora que contribuíram na interpretação dos resultados. O grupo focal consiste em uma técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas apropriada para geração de novos conceitos e ideias, entendimento de motivações, dentre outros objetivos (DIAS, 2000).

Além da aplicação do questionário e da entrevista com o grupo focal, foi proposta a produção e o desenvolvimento de um jogo pedagógico, como demonstração dos conhecimentos construídos e aprendidos pelos estudantes participantes no decorrer do processo.

Devido à natureza do envolvimento dos estudantes no trabalho, foi solicitado Termo de Livre Consentimento dos seus responsáveis de forma escrita (APÊNDICE A).

### **4.2 BREVE CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO**

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a efetividade da EA no desenvolvimento de habilidades científicas, utilizando o tema recursos hídricos e buscando a formação de multiplicadores ambientais. Neste sentido elegeu-se uma escola-alvo envolvendo alunos dos

últimos anos do Ensino Fundamental. Na sequência são apresentados maiores detalhes acerca da escola e do público-alvo.

#### **4.2.1 Escola-alvo**

A Rede Municipal de Ensino de Caxias do Sul é composta por 86 Escolas de Ensino Fundamental e 40 escolas de Educação Infantil conveniadas. Atualmente, mais de 3,2 mil professores atendem cerca de 40 mil estudantes, divididos entre a Educação Infantil (Escolas conveniadas ao município), Pré-Escola, Ensino Fundamental, Educação Especial e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escola selecionada, Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen (EMEF Italo João Balen) atende estudantes de Educação Infantil (cinco anos de idade), dos anos iniciais (1º ao 5º ano) e anos finais (6º ao 9º ano) e está localizada dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, mais especificamente na Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, no Município de Caxias do Sul, RS.

#### **4.2.2 Grupo de estudantes e professores colaboradores**

No ano de 2014 foi aberto edital nº 03 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), em acordo com a Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), iniciando-se o Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras – PICMEL. O referido programa, pioneiro no Brasil em financiar projetos a serem desenvolvidos no Ensino Fundamental, despertou o interesse do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS) que viu a possibilidade de estender seu programa de monitoramento da qualidade da água da região urbana de Caxias do Sul para um projeto com uma escola dentro de uma das microbacias que drenam o Município de Caxias do Sul. Sendo assim, foi submetida ao referido Edital a proposta “Programa de monitoramento participativo da qualidade de água na região urbana de Caxias do Sul (RS): o uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores - Proposta de iniciação científica no Ensino Fundamental”. A proposta foi aprovada, iniciando-se após o processo de implementação na escola selecionada por sua localização na Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca. O referido projeto previa a participação de oito bolsistas, sendo dois professores e seis estudantes. Os dois

professores selecionados desempenhavam suas atividades nos anos finais do Ensino Fundamental da escola alvo, sendo um deles a própria pesquisadora, estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais e o referido projeto serviria de apoio ao desenvolvimento da sua dissertação. O grupo de seis estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental da escola alvo foi selecionado buscando diversidade de gênero e faixa etária, sendo avaliado seu desempenho escolar e manifestação de interesse através de entrevista realizada pela professora pesquisadora. Foram selecionadas duas estudantes do 7º ano com idade de 11 e 12 anos, duas estudantes do 8º ano com idade de 13 anos, e dois estudantes do 9º ano, com idade de 13 e 14 anos, no ano escolar de 2015.

#### **4.2.3 Atividades realizadas com os participantes**

As atividades realizadas com os participantes objetivaram conscientizar, fundamentar teoricamente e formar multiplicadores ambientais na escola, bem como desenvolver habilidades e competências científicas. A produção de um jogo pedagógico objetivou demonstrar a apropriação e a construção de conceitos ao longo do processo, inicialmente envolvendo o tema recursos hídricos e, posteriormente, ampliados para a questão ambiental. As atividades foram orientadas e mediadas diretamente pelos dois professores colaboradores do trabalho. O aporte teórico de conceitos necessários durante a realização das atividades com os participantes se utilizou de consulta a especialistas e especialidades. Essa prática está baseada no modelo interdisciplinar denominado Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), que consiste em metodologia de ensino que favorece o desenvolvimento da autonomia dos estudantes diante da perspectiva da ACT (FOUREZ, 1997).

Durante a realização de todas as atividades, os participantes utilizaram um Caderno de Campo ou Diário de Bordo individual, onde registraram as etapas, as buscas de informações, suas produções, desenvolvendo o hábito de anotar os acontecimentos que envolvem a pesquisa científica. Segundo Laranjeiras (2010), estes cadernos devem se caracterizar por registros vivos da investigação realizada pelos estudantes ao longo do processo. As atividades de ensino desenvolvidas e seus respectivos objetivos estão sistematizadas no Quadro 1, enquanto que no Quadro 2 são apresentadas as atividades de pesquisa e seus respectivos objetivos, ambas realizadas com os participantes. No Quadro 3 são apresentadas as estratégias

utilizadas para a coleta de dados, a fim de avaliar a efetividade da EA no desenvolvimento de habilidades científicas nos participantes.

Quadro 1: Atividades de ensino desenvolvidas com os participantes e respectivos objetivos

<b>Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
Atividade de campo no Arroio Pena Branca, incluindo observação <i>in loco</i> e registro fotográfico.	Conscientizar os participantes quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos.
Aprendizagem de conceitos sobre os recursos hídricos através de leitura, compreensão e resolução de exercícios do Guia Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (ReCESA).	Fundamentar teoricamente os participantes sobre recursos hídricos.
Reuniões e atividade de campo com os professores e equipe diretiva da escola. Realização da 1ª Feira de Ciências da EMEF Italo João Balen. Palestras aos demais estudantes dos anos iniciais e finais da escola.	Despertar o interesse da comunidade escolar pelas questões ambientais.

Fonte: Os autores (2015).

Quadro 2: Atividades de pesquisa desenvolvidas com os participantes e respectivos objetivos  
(continua)

<b>Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
Coleta de água no arroio e medição de parâmetros físicos e químicos em campo. Análise de resultados da qualidade da água medida em campo e interpretação de laudos laboratoriais.	Desenvolver habilidades para a coleta de amostras de água em campo, utilizando equipamentos de monitoramento. Analisar a qualidade da água através de laudos laboratoriais de parâmetros físicos, químicos e biológicos.
Determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) do arroio.	Conhecer o método de cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) através de ferramenta do Sistema de Informações Ambientais (SIA).
Enquadramento do arroio na Resolução nº 357 do Conselho Nacional do meio Ambiente (CONAMA) através do jogo “Aquadroce”.	Conhecer a resolução nº 357 do CONAMA e compreender os critérios de classificação das águas doces.
Biomonitoramento da qualidade da água do arroio. Coleta, triagem e identificação de macroinvertebrados aquáticos do arroio. Montagem de coleção de macroinvertebrados coletados.	Desenvolver habilidades para a coleta de macroinvertebrados aquáticos. Analisar quali-quantitativamente a fauna de macroinvertebrados em cursos d’água. Analisar a qualidade da água através de parâmetro biológico.

(conclusão)

<b>Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
Montagem e monitoramento de um aquário na escola. Montagem de terrários.	Realizar analogias entre ecossistema natural e ecossistema artificial.
Elaboração de resumos, relatórios e pôsteres para apresentação, divulgação e publicação dos resultados em eventos técnico-científicos e pedagógicos.	Desenvolver a competência para produção, apresentação, divulgação e publicação de trabalhos científicos.

Fonte: Os autores (2015).

Quadro 3: Estratégias de avaliação utilizadas com os participantes e seus respectivos objetivos

<b>Estratégia</b>	<b>Objetivo</b>
Aplicação de questionário individual no início e final do trabalho.	Comparar os conhecimentos prévios dos estudantes com os conhecimentos no final da experiência de pesquisa.
Entrevista através de grupo focal.	Avaliar a efetividade das ações desenvolvidas com os participantes.
Desenvolver jogo pedagógico.	Demonstrar a construção e a apropriação de conceitos ao longo do processo.

Fonte: Os autores (2015)

#### 4.2.3.1 Atividades de ensino

As atividades de ensino desenvolvidas estão descritas sequencialmente nos itens que seguem.

##### *I. Conscientização quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos*

Esta etapa envolveu a identificação, dentre as bacias urbanas do Município, a que mais se adequaria ao estudo, optando-se pela Micro Bacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, a qual drena parte da área urbana do Município e, por sua proximidade com a escola alvo, sendo esta igualmente localizada dentro da área da bacia. Uma vez definida a bacia, seguindo um roteiro específico (APÊNDICE B), foi realizada uma atividade em campo para o reconhecimento do corpo hídrico em dois pontos designados ponto 1 e ponto 2, incluindo a identificação do uso e ocupação do solo e das características visuais do arroio. O ponto 1 apresentava alta influência humana com despejo de dejetos domésticos de várias moradias situadas no seu entorno, já o ponto 2 apresentava ação humana menor, já que estava mais afastado destas moradias e situando-se em área rural. Participaram desta atividade os seis

estudantes envolvidos na pesquisa e um dos professores colaboradores, dois professores e um técnico do ISAM da UCS. Esta atividade foi dividida em duas etapas, sendo a primeira para registrar imagens que representassem a percepção dos estudantes frente às situações consideradas inadequadas à preservação do corpo hídrico. A segunda etapa objetivou uma comparação entre os dois pontos distintos do Arroio Pena Branca, o ponto 1 com ação humana direta maior e o ponto 2 com ação humana direta menor. Seu objetivo foi despertar a percepção dos estudantes para diferentes aspectos que influenciam a qualidade da água, especialmente em seus aspectos visual e olfativo. Para ambas as etapas os estudantes utilizaram câmeras digitais e *smartphones* para registro destas condições. Os resultados desta atividade foram discutidos entre professores colaboradores e estudantes participantes e serviram para dar continuidade às demais etapas do trabalho. Nesse momento, definiu-se que a coleta de amostras de água para a análise seria no ponto 2, com menor influência humana. O Quadro 4 contém a ilustração da atividade realizada.

## *II. Fundamentação teórica sobre recursos hídricos*

A atividade foi conduzida ao longo de toda a execução do trabalho (vide Quadro 4), visando prover, tanto os estudantes quanto os professores participantes, de conhecimentos técnico-científicos relativos ao tema em estudo. Para nortear as discussões e atividades realizadas com os mesmos, inicialmente utilizou-se o Guia “Qualidade da Água” desenvolvido pelo ISAM da UCS, em parceria com o Ministério das Cidades, através da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (BRASIL, 2013). Os participantes foram instrumentalizados teoricamente com conceitos básicos sobre o tema recursos hídricos, através de leitura, compreensão e resolução de exercícios, incluindo os seguintes assuntos contidos nas seis unidades do Guia “Qualidade da Água”:

- a) A água na natureza;
- b) Poluição, qualidade e usos da água;
- c) Controle da poluição e saúde;
- d) Enquadramento dos recursos hídricos e indicadores de qualidade de água;
- e) Controle da qualidade da água para consumo humano;
- f) Monitoramento de qualidade de água.

### *III. Formação de multiplicadores ambientais na escola*

Algumas atividades foram estabelecidas, a fim de que os participantes socializassem os conhecimentos adquiridos, buscando despertar o interesse pelas questões ambientais na comunidade escolar:

- a) nos meses de março de 2015 e novembro de 2015 foram realizadas, respectivamente, reuniões de apresentação e encerramento do trabalho para os professores e direção da escola feita pelos participantes. Essa atividade teve por objetivo iniciar e encerrar a mobilização destes segmentos da comunidade escolar, apresentando os principais objetivos e resultados alcançados por meio do trabalho. Cabe salientar que todas as apresentações orais foram realizadas pelos participantes, incluindo a elaboração de um vídeo, e acompanhadas pela equipe da UCS e os dois professores colaboradores da escola (vide Quadro 4);
- b) em abril de 2015 foi realizada uma atividade de campo com trinta e sete pessoas da escola, incluindo trinta e dois professores e direção e cinco participantes da pesquisa. Esta atividade teve o objetivo de capacitar os educadores e os participantes na temática qualidade da água para que os mesmos pudessem ser replicadores do conhecimento, através do reconhecimento da situação dos recursos hídricos na cidade de Caxias do Sul. Desta forma objetivou-se também despertar o olhar da comunidade escolar para a necessidade de preservação do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos urbanos e os impactos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo e atividades antrópicas sob o regime quali-quantitativo destes. Esta atividade foi realizada em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) do Município de Caxias do Sul, que cedeu transporte e colaboradores e solicitou relatório da atividade, sendo acompanhada pela equipe da UCS, em parceria com os professores colaboradores e os participantes. O trajeto percorrido na atividade incluiu duas Micro Bacias Hidrográficas do município: a do Arroio Pena Branca e a do Arroio Tega. A primeira micro bacia foi escolhida para o reconhecimento por parte da comunidade escolar, devido ao fato de constituir a unidade principal de estudo do trabalho. Enquanto que a segunda micro bacia foi escolhida por motivos históricos e por estar relacionada à evolução e ocupação do espaço do Município de Caxias do Sul, já que a cidade se desenvolveu às margens do Arroio Tega. Ainda, de acordo com estudos de monitoramento quali-quantitativo

dos recursos hídricos urbanos de Caxias do Sul, realizado pelo ISAM/UCS, o Arroio Tega é um dos corpos hídricos do Município que apresenta condição de qualidade mais comprometida, devido principalmente ao lançamento irregular de esgoto doméstico, efluente industrial e poluição difusa causada pelo escoamento superficial e por arraste de contaminantes depositados e lixiviados no solo;

- c) em agosto de 2015 os estudantes do turno da manhã, sob a orientação de seus professores, iniciaram a organização dos seus trabalhos para exposição na 1ª Feira de Ciências da escola. O tema geral da feira foi “Recursos Hídricos” e os estudantes de cada ano escolar desenvolveram seus trabalhos em torno de um tema específico conforme citado a seguir: 6º ano - A água, o solo e o ar; 7º ano - A água e os seres vivos; 8º ano - A água e o corpo humano; 9º ano – A água na Química e na Física. Os trabalhos foram avaliados por professores do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET) da UCS, havendo premiação de melhor trabalho para cada ano. Houve a participação e divulgação do trabalho para toda a comunidade escolar no dia da exposição. Os participantes envolveram-se diretamente nas atividades orientando os colegas de outros anos e apresentando parte dos resultados do trabalho para a comunidade escolar (vide Quadro 4);
- d) em outubro de 2015 os participantes realizaram uma apresentação de *slides* aos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental da EMEF Italo João Balen, a fim de explanar os conceitos aprendidos sobre o tema água, respeitando a faixa etária dos mesmos. Esta atividade foi solicitada pelos professores titulares de duas turmas do referido ano;
- e) em novembro de 2015 os participantes realizaram palestras aos demais estudantes dos anos finais da EMEF Italo João Balen, a fim de apresentar os resultados do trabalho e convidá-los a participar do Clube de Ciências da escola que seria instituído a partir do início do ano letivo de 2016, com o intuito de dar continuidade às atividades de EA, desenvolvendo habilidades científicas em outros estudantes.

O Quadro 4 apresenta algumas atividades de ensino realizadas com os participantes, citadas anteriormente.

Quadro 4: Atividades de ensino realizadas com os participantes – dez/2014 a ago/2015

	<p>Atividade de conscientização através do registro fotográfico do Arroio Pena Branca feito pelos participantes - dezembro/2014.</p>
	<p>Atividade de fundamentação teórica utilizando o Guia “Qualidade da Água” – março/2015</p>
	<p>Atividade de socialização do trabalho junto à equipe diretiva e professores da EMEF Italo João Balen – abril/2015.</p>
	<p>Atividade de socialização de parte dos resultados do trabalho para a comunidade escolar na 1ª Feira de Ciências da EMEF Italo João Balen – agosto/2015.</p>

Fonte: Os autores (2015).

#### 4.2.3.2 Atividades de pesquisa

##### *I. Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca*

As atividades de campo ocorreram no ponto 2 do Arroio Pena Branca, em épocas distintas do ano, em dezembro de 2014, em abril de 2015, em julho de 2015 e em setembro de 2015 (vide Quadro 5). A justificativa para as coletas serem feitas em épocas diferentes se deve à influência da variação climática sobre os parâmetros físicos, químicos e biológicos que indicam a qualidade da água de rios e córregos. As coletas das amostras de água foram realizadas pelos estudantes, com apoio dos dois professores colaboradores da escola e dos técnicos do ISAM/UCS, seguindo o estabelecido na NBR 9.897/1987 (ABNT,1987a) e 9.898/1987 (ABNT, 1987b). Posteriormente, estas amostras foram conservadas a 4°C e encaminhadas para o Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais (LAPAM) do CCET da UCS. Os parâmetros analisados em laboratório foram:

- (i) coliformes termotolerantes;
- (ii) demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- (iii) demanda química de oxigênio (DQO);
- (iv) fósforo total;
- (v) nitrogênio total;
- (vi) sólidos totais.

A avaliação em campo foi feita utilizando-se sonda multiparâmetro da marca Horiba que aferiu os seguintes parâmetros:

- (vii) condutividade;
- (viii) potencial de oxirredução (ORP);
- (ix) oxigênio dissolvido;
- (x) potencial hidrogeniônico (pH);
- (xi) sólidos dissolvidos totais;
- (xii) temperatura da amostra;
- (xiii) turbidez.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que foram selecionados para estudo possibilitaram sua aplicação no IQA, índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation (USA) e adaptado pela CETESB. O IQA é atualmente o principal índice para avaliação da qualidade da água no País, tendo sido desenvolvido com o intuito de avaliar a qualidade da

água bruta a ser destinada para abastecimento público, após receber o tratamento necessário. Os resultados foram também utilizados para a instrumentalização da ferramenta IQA desenvolvida pelo ISAM/UCS, dentro do SIA. Os participantes receberam os relatórios de ensaio dos parâmetros coletados em campo e realizados em laboratório, desenvolvendo suas habilidades de leitura e interpretação dos mesmos.

Quadro 5: Atividades de campo realizadas com os participantes no Arroio Pena Branca

(continua)

	<p>Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca – dezembro/2014.</p>
	<p>Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca – abril/2015.</p>
	<p>Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca – julho/2015.</p>

(conclusão)



Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca – setembro/2015.

Fonte: Os autores (2015).

## *II. Enquadramento das águas doces superficiais*

Com o intuito de compreender de forma lúdica as classes de uso das águas doces superficiais para enquadramento, estabelecido na Resolução nº 357 do CONAMA (2005), os dois professores colaboradores elaboraram um jogo intitulado “Aquadradoce”, para que os estudantes participantes jogassem. O referido jogo foi apresentado a especialista, professor do curso de Engenharia Ambiental do CCET da UCS, antes de ser aplicado aos estudantes participantes. O título “Aquadradoce” remete ao assunto enquadramento das águas doces e o jogo é composto por:

- (i) 1 tabuleiro com 55 espaços para colocação dos botões;
- (ii) 11 fichas contendo informações sobre os usos das águas doces;
- (iii) 40 botões com 5 cores diferentes para escolha dos jogadores;
- (iv) 55 cartas contendo as classes de enquadramento da água.

As 55 cartas estão diferenciadas da seguinte forma:

- (v) 11 cartas E (uso especial da água) valendo 1 ponto;
- (vi) 11 cartas 1 (uso classe 1) valendo 2 pontos;
- (vii) 11 cartas 2 (uso classe 2) valendo 4 pontos;
- (viii) 11 cartas 3 (uso classe 3) valendo 8 pontos;
- (ix) 11 cartas 4 (uso classe 4) valendo 10 pontos.

O número mínimo de participantes é 3 e o máximo é 6, sendo a idade a partir dos 10 anos. As regras do jogo são: coloque o tabuleiro aberto sobre a mesa, cada jogador escolhe seus 8 botões de uma mesma cor. Se houver menos de 5 jogadores, os botões que sobram serão retirados do jogo. Embaralhe bem as cartas do baralho e coloque-as no local indicado no

tabuleiro virado para baixo, ao alcance de todos os jogadores. Embaralhe as fichas de usos da água e coloque nos retângulos indicados. Em cada partida haverá os jogadores com seus botões coloridos e sempre um jogador controle com uma cartela de respostas que irá verificar a colocação das cartas no tabuleiro, indicando se está certo ou errado. Na primeira partida o jogador mais jovem será o controle, se houver uma segunda partida será o próximo mais jovem e assim sucessivamente até que, na última partida, o jogador mais velho é que será o controle. Quanto aos demais jogadores, definem-se por qualquer critério o primeiro a retirar a carta e o sentido do rodízio, que poderá ser horário ou anti-horário. O primeiro jogador irá retirar uma carta de cima do baralho e irá virá-la, mostrando seu código, e escolherá um lugar do tabuleiro para colocar seu botão, relacionando o código da carta com os usos da água. Após o jogador colocar seu botão no tabuleiro, o jogador controle fará a correção da jogada, respondendo certo ou errado. Se o jogador acertar, ganha a carta que pescou e seu respectivo ponto e, se errar, joga a carta no lixo do baralho e retira seu botão do tabuleiro. O jogador seguinte poderá recolher a carta do lixo e colocar o seu botão no tabuleiro ou pescar uma nova carta e colocar sua peça no tabuleiro. O jogador controle novamente dirá certo ou errado. O jogo continua desta mesma forma até que todos os jogadores coloquem todos os seus botões no tabuleiro. Cada vez que um jogador terminar seus botões, o jogo continua com os demais. Quando todos tiverem colocado todos os seus botões no tabuleiro, é feita a contagem dos pontos contidos nas cartas de cada jogador que serão classificados em 1º, 2º, 3º, 4º e 5º lugar. Se houver empate diminui o número de classificações.

Os participantes realizaram várias rodadas do jogo, acompanhados pelo especialista e pelos dois professores colaboradores (Figura 1), intercalando-se como jogadores controle e jogadores ativos. Após a apropriação dos critérios de enquadramento das águas doces superficiais através do jogo e a interpretação dos resultados dos laudos laboratoriais e de campo, conseguiram realizar o enquadramento do Arroio Pena Branca de acordo com a Resolução nº 357 do CONAMA.

Figura 1: Interação dos estudantes participantes com o jogo “Aquadradoce” – maio/2015



Fonte: Os autores (2015).

### III. Reconhecimento e identificação de macroinvertebrados aquáticos

Para a avaliação da qualidade da água do Arroio Pena Branca do ponto de vista biológico, foram utilizados os macroinvertebrados aquáticos. Para um melhor entendimento sobre o assunto dos macroinvertebrados, foram selecionados materiais bibliográficos, apresentados no Quadro 6, para os participantes realizarem leitura e elaboração de uma apresentação de *slides* para os colegas e professores colaboradores do trabalho.

Quadro 6: Listagem de materiais bibliográficos sobre bioindicadores para formulação das apresentações dos participantes.

(continua)

1.	A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação – 2008 Costa, C. R.; Botta, C. M. R.; Espindola, E. L. G.; e Olivi, P.
2.	Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos - 2007 Arias, A. R. L.; Buss, D. F.; Albuquerque, C. de; Inácio, A. F.; Freire, M. M.; Egler, M.; Mugnai, R.; Baptista, D. F.
3.	Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do Alto Uruguai (RS) - 2010 Biasi, C.; König, R. Mendes, V.; Tonin, A. M. Sensolo, D.; Sobczak, J. R. S.; Cardoso, R.; Mílesi, S. V.; Restello, R. M.; Hepp, L. U.
4.	Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas – 2008 König, R.; Suzin, C. R. H.; Restello, R. M. e Luiz U. Hepp, L. U.

(conclusão)

5. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos - 2004 Silveira, M. P.; Queiroz, J. F. de; Boeira, R. C.
6. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos da qualidade da água: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica. – 2007 Fernandes, A. C. M.

Fonte: Os autores (2015).

Para cada estação de coleta, ocorrida em dezembro de 2014, em abril de 2015, em julho de 2015 e em setembro de 2015, estes bioindicadores foram coletados utilizando-se um amostrador tipo “puçá aquático” ou “frame dip-net” (malha 0.250 mm) e “amostrador Surber-Bento” (malha de 0.250 mm) para substratos formados por grandes cascalhos, em uma área amostral de 900cm<sup>2</sup>, durante três minutos. Cada área úmida foi representada por uma amostra quali-quantitativa, que constituiu uma varredura do substrato de fundo e da coluna d’água ao longo de seus diferentes microhabitats (folhiço retido em áreas de correnteza; folhiço retido em áreas de remanso ou folhiço de fundo; pedra com detritos vegetais aderidos e/ou perifiton e sedimento não consolidado). Desta forma, pretendeu-se percorrer os diferentes microhabitats, aumentando a probabilidade de se levantar o maior número possível de grupos em cada área úmida amostrada (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004).

As amostras foram fixadas *in situ* com álcool a 70%, armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, onde foram lavadas por um jogo de peneiras de diferentes malhas, sendo a menor malha com tamanho de 0,5 mm.

Os macroinvertebrados foram triados com o auxílio de dois estereomicroscópios e acondicionados em tubetes de vidro com álcool 70% etiquetados. A classificação taxonômica foi realizada pelos participantes e sob orientação de especialista, estudante do curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Exatas, da Natureza e de Tecnologia (CENT) do Campus Universitário da Região dos Vinhedos (CARVI) da UCS, com o auxílio da lupa binocular, até o nível de ordem e baseada em bibliografia especializada (MERRIT; CUMMINS, 1984; FERNÁNDES; DOMÍNGUEZ, 2001; BOUCHARD JR., 2004; MERRIT, CUMMINS; BERG, 2008). Como resultado ocorreu a produção de uma coleção de macroinvertebrados, resultante das três coletas feitas nos meses de dezembro de 2014, abril de 2015 e setembro de 2015. A coleta de julho ficou prejudicada devido ao elevado índice pluviométrico do período, comprometendo a fixação destes seres no substrato. As atividades desenvolvidas nesta etapa estão ilustradas no Quadro 7.

## Quadro 7: Atividades de reconhecimento e identificação de macroinvertebrados aquáticos

	<p>Fixação <i>in situ</i> e armazenamento dos macroinvertebrados – setembro/2015.</p>
	<p>Triagem realizada na escola dos macroinvertebrados aquáticos coletados – julho/2015</p>
	<p>Visita de especialista na escola para classificação dos macroinvertebrados aquáticos – junho/2015.</p>
	<p>Coleção produzida pelos participantes dos macroinvertebrados aquáticos coletados no Arroio Pena Branca – novembro/2015.</p>

Fonte: Os autores (2015).

#### *IV. Montagem e monitoramento de um aquário na escola*

Anterior à atividade de montagem e monitoramento de um aquário no ambiente escolar, os participantes montaram um terrário, com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento de um ecossistema fechado. Cada terrário foi montado dentro de um vidro contendo as camadas de cascalho, areia, carvão em pó e terra adubada. Na camada de terra adubada foi colocado um copinho plástico contendo água e foram introduzidas plantas. Após o terrário estar montado, foi fechado com a tampa do vidro e vedado com fita adesiva. Todos os terrários montados foram colocados em ambiente externo para haver incidência de radiação solar e, semanalmente, foram feitas observações sobre o seu desenvolvimento, devidamente registradas em quadro de anotações, durante seis meses. Após vinte dias da montagem dos terrários, iniciou-se a montagem do aquário, que teve por objetivo possibilitar que os participantes realizassem analogias entre um ecossistema natural (o arroio) e um ecossistema artificial de água doce (o aquário), evidenciando que há muitas similaridades entre a dinâmica de ambos os ecossistemas. Durante o desenvolvimento desta etapa do trabalho, houve acompanhamento e orientação de especialistas do Museu de Ciências Naturais e *Aquarium* da UCS. Esta estratégia buscou desenvolver nos participantes um sentimento de pertencimento e responsabilidade sobre os recursos hídricos, visto que o desafio que lhes foi colocado era a manutenção e sobrevivência da fauna presente no aquário, que similar ao terrário consistia em um ecossistema fechado. Esta atividade objetivou também ampliar a temática dos recursos hídricos para a comunidade escolar, envolvendo os demais estudantes da escola, professores, funcionários e pais ou responsáveis. Antes da montagem do aquário na escola, os participantes se prepararam, participando de vivências educacionais e ambientais no *Aquarium* da UCS. As atividades realizadas tiveram como objetivo introduzir a temática aos participantes, ao mesmo tempo em que orientou sobre montagem de um aquário e sua manutenção. A sequência didática no *Aquarium* se pautou nos seguintes aspectos:

- (i) importância;
- (ii) montagem;
- (iii) equipamentos necessários;
- (iv) compatibilidade de peixes;
- (v) a alimentação;
- (vi) outras particularidades.

No *Aquarium* os participantes foram divididos em duplas e realizaram um circuito envolvendo atividades como: conhecer para preservar, através de quebra-cabeça. Participaram de exposição oral sobre a importância do espaço do Museu de Ciências Naturais da UCS, além da necessidade de preservar a água. Também observaram imagens e exemplares conservados de seres vivos, parâmetros físico-químicos da água, mitos e verdades sobre os peixes do *Aquarium* e dos ecossistemas aquáticos em geral. Descreveram a montagem e a manutenção de um ecossistema artificial de água doce, a oxigenação da água e compararam com as atividades no arroio sendo, dentre elas, impactos ambientais e seres encontrados no ambiente natural. Após o término das atividades, foi realizada a socialização dos resultados e a comparação com as observações do arroio (APÊNDICES C e D). Na semana após esta visita, um dos especialistas do Museu de Ciências Naturais e do *Aquarium*, visitou a escola e realizou uma atividade prática relacionada à teia alimentar, para que os participantes observassem a importância de todos os elementos bióticos e abióticos da natureza e sua interação com todos os seres para um ecossistema equilibrado, recebendo orientações sobre a montagem do aquário na escola.

No encontro seguinte foi realizada a montagem do aquário: em um primeiro momento, a cuba de vidro, com capacidade para sessenta e cinco litros de água, foi higienizada de forma adequada, para posteriormente serem inseridas pedras como substrato ao fundo do aquário, com espessura mínima de 5 cm. Após, foram instalados os equipamentos: bomba de oxigenação, aquecedor, luz artificial e o termômetro. Em seguida, o aquário foi preenchido com água potável e foram realizados os testes para verificar o pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e cloro. Os testes foram realizados uma vez por semana até os parâmetros analisados se manterem estabilizados, em condições adequadas para que os peixes fossem inseridos no aquário. A cada registro, os estudantes participantes fizeram a interpretação dos resultados, analisando o equilíbrio dos parâmetros e a viabilidade de introduzir os peixes no aquário (APÊNDICE E). Os estudantes realizaram ainda pesquisa sobre a variedade e quantidade de seres vivos compatíveis para o meio, selecionando quatro espécies de peixes e uma espécie de molusco, o caracol aruá do banhado, *Pomacea canaliculata*. As espécies de peixes selecionadas constam no Quadro 8.

Quadro 8: Espécies de peixes selecionadas pelos participantes e introduzidas no aquário

<p>Peixe plati: <i>Xiphophorus maculatos</i></p> 	<p>Peixe espada: <i>Xiphophorus helleri</i></p> 
<p>Peixe cascudo: <i>Ancistrus</i></p> 	<p>Peixe guppy: <i>Poecilia reticulata</i></p> 

Fonte: UCS *Aquarium* (2015).

Após a estabilização, que ocorreu ao final da sétima semana, os estudantes realizaram o povoamento do aquário com as espécies e continuaram a fazer o registro e o controle semanal dos parâmetros, a fim de garantir o equilíbrio no ecossistema artificial construído. Estavam sempre atentos para o que acontecia de diferente no aquário como: alteração dos parâmetros, a mortandade de peixes, os ovos das pomáceas ou caramujos. Na décima segunda semana foi feita a troca parcial da água do aquário (50%) e foi adicionado anticloro na proporção de 0,6 ml/5 litros de água. Uma nova troca de água foi efetuada na décima nona semana, devido à alteração de amônia e à mortandade de caramujos e do peixe cascudo. Depois da troca foram realizados novamente os testes dos parâmetros do aquário que se apresentaram estabilizados.

Quadro 9: Atividades executadas com os participantes relacionadas à montagem do aquário

	<p>Vivência dos participantes no <i>Aquarium</i> da UCS – abril/2015.</p>
	<p>Vivência dos participantes na escola sobre a teia da vida – maio/2015.</p>
	<p>Visita de especialista do Museu de Ciências Naturais e do <i>Aquarium</i> da UCS na escola para montagem do aquário – maio/2015.</p>
	<p>Introdução dos seres vivos no aquário – julho/2015.</p>

Fonte: Os autores (2015).

### V. Socialização de conhecimentos científicos construídos

Para que os participantes vivenciassem melhor o meio científico, foi proposta a sua participação em alguns eventos técnico-científicos e pedagógicos vinculados à UCS e à Secretaria Municipal da Educação (SMED) de Caxias do Sul (vide Quadro 10). Foram direcionados a apresentar nestes eventos parte dos resultados do trabalho desenvolvido na EMEF Italo João Balen, principalmente focado no aquário e nos macroinvertebrados aquáticos, sendo orientados a construir resumos, pôsteres, relatórios e apresentações de *slides*,

bem como expressar oralmente os resultados. Todos os resultados publicados com os participantes da pesquisa constam no Anexo C. Em todos os eventos os participantes foram acompanhados pelos professores colaboradores, mediante a autorização prévia da escola e de seus responsáveis.

Quadro 10: Participação dos estudantes em eventos técnico- científicos e pedagógicos

	<p>XXIII Encontro de Jovens Pesquisadores e V Mostra de Inovação e Tecnologia da UCS – setembro/2015.</p>
	<p>VII MOSTRASEG (Mostra Científica e Tecnológica das Escolas de Ensino Médio da Serra Gaúcha) promovido pelo projeto ENGFUT (Engenheiro do Futuro) do CCET da UCS – setembro/2015.</p>
	<p>3ª Conversações Pedagógicas promovida pela SMED de Caxias do Sul - outubro/2015.</p>
	<p>1ª Semana Acadêmica do Centro de Ciências Exatas, da Natureza e de Tecnologia (1ª SEAC - CENT) promovido pelo CARVI da UCS - outubro/2015.</p>

Fonte: Os autores (2015).

#### 4.2.4 Avaliação do processo realizado

Abaixo estão descritos os métodos através dos quais foi analisado o processo de aprendizagem.

##### 4.2.4.1 Comparação dos conhecimentos prévios e adquiridos sobre recursos hídricos

Após o desenvolvimento da primeira atividade de ensino, a etapa de conscientização, os seis estudantes responderam um questionário individual inicial (APÊNDICE F), a fim de verificar os conceitos já construídos sobre o tema recursos hídricos no decorrer de sua formação, bem como verificar suas percepções no primeiro contato com o Arroio Pena Branca. Este questionário foi aplicado novamente (APÊNDICE G), quando da finalização do trabalho, a fim de comparar os conhecimentos prévios dos estudantes com os conhecimentos no final da experiência de pesquisa.

##### 4.2.4.2 Grupo focal

Quando do encerramento do trabalho, após um ano de desenvolvimento das atividades, os seis estudantes participantes foram convidados a participar de entrevista, o grupo focal. O seu propósito foi observar como os participantes interpretaram a realidade, seus conhecimentos e experiências. Antes da reunião com o grupo, a pesquisadora fez um planejamento sobre o que devia ser discutido e quais os objetivos específicos do grupo focal (APÊNDICE H). Durante a entrevista, os participantes receberam aleatoriamente uma folha ofício contendo identificação como sujeito numerado de 1 a 6. Puderam se manifestar oralmente somente no momento em que foram designados, evitando falas concomitantes e interrupções. Os participantes foram questionados sobre suas vivências durante a execução do trabalho, que mudanças internas resultaram e a efetividade da EA no desenvolvimento de habilidades científicas. Esta reunião de, aproximadamente, duas horas, foi completamente flexível e não estruturada, na ótica dos observados, dando margem a discussão do assunto, sendo conduzida por um observador e um moderador. Segundo Dias (2000), o moderador, neste caso a própria pesquisadora, atua no grupo de maneira a redirecionar a discussão, caso haja dispersão ou desvio do tema pesquisado, sem, no entanto, interromper bruscamente a discussão. O observador, por sua vez, faz a observação e o registro minucioso de todos os acontecimentos, inclusive os não verbais que apareceram na comunicação (LOURINHO,

2007). Estas conversas foram registradas por meio de gravação de áudio/vídeo/digital, utilizando-se, para isso, uma filmadora com microfone adaptado para gravação digital, com digitalização das falas para compor a descrição escrita dos relatos feitos. Esta foi analisada, a fim de avaliar a efetividade da EA no desenvolvimento de habilidades científicas na formação dos estudantes participantes.

#### 4.2.4.3 Desenvolvimento de jogo pedagógico

Durante toda a execução do trabalho, os participantes construíram uma série de conhecimentos acerca do tema motivador. Utilizaram diversos instrumentos pedagógicos sobre o tema, incluindo manuais, revistas, cartilhas e jogos, além de panfletos e folders (vide Quadro 11) com o intuito de se apropriar, também de forma lúdica, de variados conceitos sobre os recursos hídricos.

Quadro 11: Listagem dos principais instrumentos pedagógicos sobre recursos hídricos

1. Água: Manual de Uso – Vamos cuidar de nossas águas – implementando o Plano Nacional de Recursos Hídricos – 2ª edição – Brasília – DF – 2008.
2. Revista “Educação Ambiental” – Vamos cuidar dos nossos rios – Fepam – RS.
3. Revista “Educação Ambiental” – Os rios, a água e você – Fepam – RS – 1994.
4. Revista “Tudo o que nós queremos saber sobre água e nunca tivemos coragem de perguntar” – Secretaria das Obras Públicas, Saneamento e Habitação – Conselho de Recursos Hídricos do RS – 3ª edição – 1998.
5. Revista Turma da Mônica - Bacia Hidrográfica do Guaíba.
6. Revista Educação Ambiental na Escola – Secretaria do Meio Ambiente – Prefeitura Municipal de Caxias do Sul – RS.
7. Cartilha Vida Viva – Água, nosso bem mais valioso - Secretaria do Meio Ambiente – Prefeitura Municipal de Caxias do Sul – RS – 2003.
8. SAMAE – Manual do Usuário – Prefeitura Municipal de Caxias do Sul – RS.
9. Revista do SAMAE – Da Captação à distribuição – saiba como o SAMAE trata a água que você bebe - Prefeitura Municipal de Caxias do Sul – RS.
10. Revista do SAMAE - “As Aventuras do Samaezito” - Prefeitura Municipal de Caxias do Sul – RS.
11. Revistinha do SAMAE – 3ª edição - Prefeitura Municipal de Caxias do Sul – RS
12. Jogo da Água – A Bacia de Captação – Revistinha Legal do SAMAE - Prefeitura Municipal de Caxias do Sul – RS.
13. Jogo Planeta Água – Secretaria da Educação, Secretaria da Saúde, Secretaria da Coordenação e Planejamento, Secretaria das Obras Públicas e Saneamento – GTEA: Grupo de Trabalho de Educação Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Os autores (2015).

Após este estudo, os participantes foram desafiados a elaborar e construir um jogo interativo sobre o tema recursos hídricos, objetivando demonstrar a apropriação e a construção de conceitos no decorrer do processo. Inicialmente o jogo foi denominado “Jogo da Água”, sendo criado um tabuleiro contendo o percurso de um rio em uma paisagem geográfica (Figura 2), similar ao Jogo Planeta Água (Figura 3) que os estudantes haviam testado.

Figura 2: Primeira versão do tabuleiro do “Jogo da Água” criado pelos participantes



Fonte: Os autores (2015).

Figura 3: Jogo Planeta Água do GTEA- Grupo de Trabalho de Educação Ambiental do RS



Fonte: Os autores (2015).

A partir disto, foram elaboradas as regras, uma legenda e uma caixa surpresa (Figura 4) para que os jogadores se orientassem no decorrer do percurso e respondessem perguntas elaboradas pelos participantes. Estas perguntas se referiam a assuntos que os participantes já haviam se apropriado na etapa de fundamentação teórica sobre o tema recursos hídricos, simulando também a função de jogadores para testar a aplicação das mesmas.

Figura 4: Caixa surpresa, legenda e regras do “Jogo da Água” criadas pelos participantes



Fonte: Os autores (2015).

Posteriormente, o jogo foi apresentado a especialista, estudante do curso de Mestrado Acadêmico em Educação do Centro de Filosofia e Educação (CFE) da UCS, que testou o jogo juntamente com os participantes, realizando uma série de problematizações no decorrer da testagem (Figura 5).

Figura 5: Visita do especialista da UCS para avaliação do “Jogo da Água” – junho/2015



Fonte: Os autores (2015).

Foram sugeridas modificações e criação de alguns novos itens que passaram a ser elaborados pelos participantes, colocando em prática os conceitos construídos, tanto em relação aos recursos hídricos, quanto em relação a outras questões ambientais. A partir desse momento, os participantes passaram a nomear o jogo “Trilha PICMEL”, justificando a mudança às suas vivências no já referido programa. Os itens reelaborados e os novos itens criados pelos participantes estão elencados, respectivamente no Quadro 12a (APÊNDICE I) e no Quadro 12b (APÊNDICE J):

Quadro 12a: Partes reelaboradas pelos participantes, a partir do “Jogo da Água”

(continua)

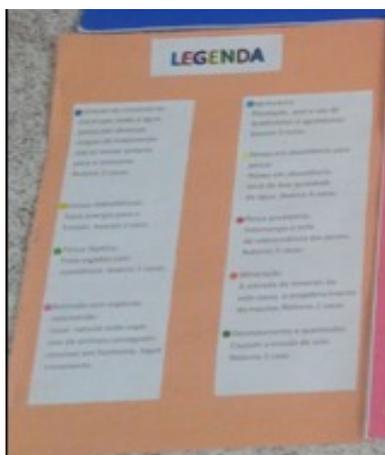


TABULEIRO: ampliado devido ao aumento dos itens contidos no jogo.

(conclusão)



REGRAS: reformuladas para que houvesse melhor ordem no jogo.



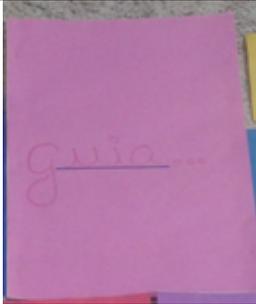
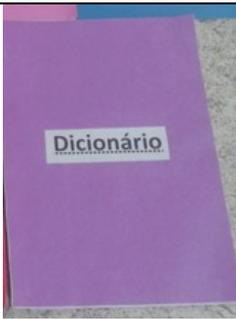
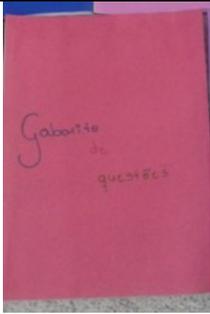
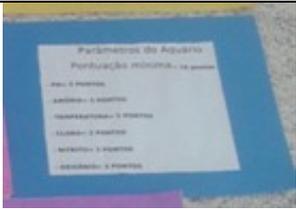
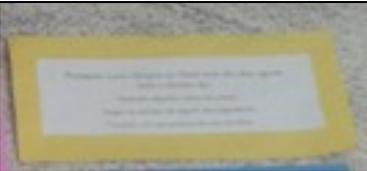
LEGENDA: ampliada para que os jogadores pudessem saber o significado de palavras contidas no percurso da trilha.



CAIXA SURPRESA: ampliado o número de questões. Ao lado as PERGUNTAS DO AQUÁRIO.

Fonte: Os autores (2015).

Quadro 12b: Partes criadas pelos participantes para o novo jogo “Trilha PICMEL”

	<p>GUIA: criado para que os jogadores soubessem o propósito do jogo e tirassem as dúvidas surgidas no decorrer da trilha.</p>
	<p>DICIONÁRIO: criado para que os jogadores aprendessem os conceitos e termos desconhecidos no decorrer da trilha.</p>
	<p>GABARITO DE QUESTÕES: criado para que os jogadores soubessem se suas respostas estavam certas ou erradas.</p>
	<p>LISTA DE PARÂMETROS DO AQUÁRIO: criada para responder uma questão sobre o aquário.</p>
	<p>CARTA DOURADA: criada para a finalização do jogo e decisão sobre o vencedor.</p>
	<p>BANCO: criado para depósito de todo o dinheiro (picméis) e os selos do jogo, que são administrados por alguém que não poderá jogar.</p>

Fonte: Os autores (2015).

Em outro momento ocorreu uma nova visita do especialista à escola para testagem do novo jogo “Trilha PICMEL” e a sua aprovação final (Figura 6).

Figura 6: Visita do especialista da UCS para avaliação da “Trilha PICMEL” – agosto/2015



Fonte: Os autores (2015).

## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos estão apresentados na forma de publicações já realizadas e outras em fase de publicação, apresentadas na sequência.

### 5.1 RESULTADOS PUBLICADOS COM OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Alguns dos resultados parciais deste trabalho foram apresentados em eventos técnico-científicos, envolvendo os participantes da pesquisa, atendendo ao desenvolvimento das competências para a sistematização e socialização dos conhecimentos construídos pelos mesmos nas diferentes atividades.

- a) Evento: XXIII Encontro de Jovens Pesquisadores e V Mostra de Inovação e Tecnologia da UCS. Título: O uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul (RS) como temática para o despertar da vocação científica no Ensino Fundamental. Autores: Anarisa Fátima Carminatti, Amanda Severo Rossa, Eduardo Bandeira, Vera Mithiele de Lima Tormes, Elis Marina Tonet, Verônica Casagrande, Vania Elisabete Schneider (Orientadora). Disponível em: <[http://www.jovenspesquisadores.com.br/2015/restrito/uploads/posters/2015/Anarisa\\_Fatima\\_Carminatti\\_1438957490.pdf](http://www.jovenspesquisadores.com.br/2015/restrito/uploads/posters/2015/Anarisa_Fatima_Carminatti_1438957490.pdf)>.
- b) Evento: XXIII Encontro de Jovens Pesquisadores e V Mostra de Inovação e Tecnologia da UCS. Título: Analogias entre o aquário e o arroio: estratégia de ensino para a aprendizagem significativa. Autores: Sirlene Bertin (outras), Felipe Silvestro da Silva, Natiele Bueno da Anunciação, Victoria Wolff dos Santos da Silva, Janete Scopel, Vania Elisabete Schneider (Orientadora). Disponível em: <[http://www.jovenspesquisadores.com.br/2015/restrito/uploads/posters/2015/Sirlene\\_Bertin\\_1438957529.pdf](http://www.jovenspesquisadores.com.br/2015/restrito/uploads/posters/2015/Sirlene_Bertin_1438957529.pdf)>.
- c) Evento: VII MOSTRASEG (Mostra Científica e Tecnológica das Escolas de Ensino Médio da Serra Gaúcha) promovido pelo projeto ENGFUT (Engenheiro do Futuro) da UCS. Título: O uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul (RS). Autores: Amanda Severo Rossa, Eduardo Bandeira, Vera Mithiele de Lima Tormes, Anarisa Fátima Carminatti (Orientadora), Vania Elisabete Schneider (Supervisora).

***Nota: Trabalho premiado na VII MOSTRASEG em 25/09/2015 com o Prêmio Sustentabilidade, Energia e Meio Ambiente no Ensino Fundamental.*** Disponível em:

<<http://www.ucsminhaescolha.com.br/noticias/1030/ultimo-dia-da-vii-mostraseg-confira-os-premiados-desta-edicao>>.

- d) Evento: VII MOSTRASEG (Mostra Científica e Tecnológica das Escolas de Ensino Médio da Serra Gaúcha) promovido pelo projeto ENGFUT (Engenheiro do Futuro) da UCS. Título: Analogias entre o aquário e o arroio: estratégia de ensino para a aprendizagem significativa. Autores: Felipe Silvestro da Silva, Natiele Bueno da Anunciação, Victoria Wolff dos Santos da Silva, Sirlene Bertin (Orientadora), Vania Elisabete Schneider (Supervisora). Disponível em: <<http://www.ucsminhaescolha.com.br/noticias/1030/ultimo-dia-da-vii-mostraseg>>
- e) Evento: 1ª Semana Acadêmica do Centro de Ciências Exatas, da Natureza e de Tecnologia (CENT-UCS) promovido pelo Campus da Região dos Vinhedos da UCS. Título: O uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul (RS) como temática para o despertar da vocação científica no Ensino Fundamental. Autores: Anarisa Fátima Carminatti, Sirlene Bertin, Elis Marina Tonet, Alien Mavi Fontoura Frantz, Vania Elisabete Schneider, Cláudia Pinto Machado. Colaboradores: Amanda Severo Rossa, Eduardo Bandeira, Vera Mithiele de Lima Tormes.
- f) Evento: 1ª Semana Acadêmica do Centro de Ciências Exatas, da Natureza e de Tecnologia (SEAC – CENT - UCS) promovido pelo Campus da Região dos Vinhedos da UCS. Título: O aquário e o arroio: a importância das analogias na sensibilização ambiental. Autores: Anarisa Fátima Carminatti, Sirlene Bertin, Janete Maria Scopel, Verônica Casagrande, Vania Elisabete Schneider. Colaboradores: Felipe Silvestro da Silva, Natiele Bueno da Anunciação, Victoria Wolff dos Santos da Silva.
- g) Evento: XXIV Encontro de Jovens Pesquisadores e VI Mostra de Inovação e Tecnologia da UCS. Título: “Trilha Picmel”: criação de um jogo em meio digital como ferramenta de Educação Ambiental. Autores: Eduardo Bandeira, Felipe Silvestro da Silva, Anarisa Carminatti, Gisele Cemin, Roberto Canuto Spiandorello, Vania Elisabete Schneider (Orientadora). Disponível em:

<[http://jovenspesquisadores.com.br/restrito/uploads/posters/2016/Eduardo\\_Bandeira\\_1471985235.pdf](http://jovenspesquisadores.com.br/restrito/uploads/posters/2016/Eduardo_Bandeira_1471985235.pdf)>.

***Nota: As publicações listadas acima, apresentados na forma de resumos, pôsteres e relatórios desenvolvidos pelos estudantes participantes, sob a orientação e mediação dos professores colaboradores, constam no ANEXO I.***

## 5.2 RESULTADOS PUBLICADOS EM EVENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS

- a) Evento: 5º Congresso Internacional de Tecnologia para o Meio Ambiente e Feira de Negócios e Tecnologia em Resíduos, Água, Efluentes e Energia (FIEMA BRASIL). Título: Educação Ambiental e Iniciação Científica no Ensino Fundamental. Autores: Anarisa Fátima Carminatti e Vania Elisabete Schneider. Disponível em:

<<http://siambiental.ucs.br/congresso/index.php/anais/trabalhosTecnicos?ano=2016>>.

- b) Evento: Seminário Municipal de Educação - ConVersAções Pedagógicas 3ª Edição promovida pela Secretaria Municipal de Educação de Caxias do Sul (SMED). Título: Monitoramento participativo da qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul (RS). Autores: Anarisa Fátima Carminatti, Sirlene Bertin, Vania Elisabete Schneider, Elis Marina Tonet, Verônica Casagrande. Disponível em: <<http://educacao.caxias.rs.gov.br/mod/resource/view.php?id=2740>>.

***Nota: As publicações listadas acima, apresentados na forma de artigo completo publicado nos Anais do 5º Congresso FIEMA BRASIL e artigo completo publicado no Caderno Pedagógico Eletrônico da Secretaria Municipal de Educação de Caxias do Sul, RS - Caderno 16 - Artigos ConVersAções Pedagógicas 2015, constam no ANEXO II.***

## 5.3 ARTIGOS SUBMETIDOS

- a) Artigo submetido e aceito em periódico: Revista Eletrônica Engenharia Viva, área de Educação em Engenharia, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/revviva/about/submissions>>

O artigo foca nos resultados do questionário aplicado aos estudantes participantes no início e final do trabalho e na entrevista do grupo focal, objetivando comparar os

conhecimentos prévios e os conhecimentos construídos ao final da experiência de pesquisa que vivenciaram.



## **Educação Ambiental e Iniciação Científica no Ensino Fundamental**

Anarisa Fátima Carminatti

[anarisacarminatti@hotmail.com](mailto:anarisacarminatti@hotmail.com), Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, Universidade de Caxias do Sul, Brasil

Vania Elisabete Schneider

[vescnei@ucs.br](mailto:vescnei@ucs.br), Instituto de Saneamento Ambiental, Universidade de Caxias do Sul, Brasil

### **Resumo**

Neste estudo objetivou-se avaliar a efetividade da Educação Ambiental para o desenvolvimento de habilidades científicas em estudantes de uma escola pública, localizada na Microbacia do Arroio Pena Branca no Município de Caxias do Sul-RS, utilizando como tema motivador os recursos hídricos. O desenvolvimento de habilidades científicas é o principal objetivo da Alfabetização Científica e Tecnológica, alvo de interesse de inúmeros pesquisadores que tentam tanto elucidar os mecanismos de concretização junto aos estudantes, quanto avaliar os indicadores desse processo. A metodologia qualitativa participante foi a escolhida e, como estratégias para coleta de dados, utilizou-se o questionário e o grupo focal. O método de aprendizagem ativa utilizado com os participantes foi o Ensino pela Pesquisa. O envolvimento dos estudantes de Ensino Fundamental nas atividades de pesquisa demonstrou-se uma importante ferramenta para a compreensão das metodologias científicas e sua aplicabilidade em atividades de Educação Ambiental, bem como para a formação profissional futura, incluindo Engenharia Ambiental.

*Palavras-Chave:* Educação Ambiental, Iniciação Científica, Recursos Hídricos, Engenharia Ambiental.

### **Abstrac**

This study aimed to evaluate the effectiveness of Environmental Education to the development of scientific skills in students of a public school, located on the watershed called Arroio Pena Branca in the city of Caxias do Sul, in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The development of scientific skills is the main goal of the Scientific and Technological Literacy, which has been currently target of interest of many researchers who try to elucidate the mechanisms of implementation with the students, and to evaluate the indicators of this process. The qualitative methodology participant was chosen and, as strategies for data collection, we used the questionnaire and focus group. The active learning method used with participants was teaching by research. The Elementary school students involvement in research activities proved to be an important tool for the understanding of scientific methodologies and their applicability in Environmental Education activities, as well as to vocational training, including Environmental Engineering.

*Keywords:* Environmental Education, Scientific Research, Water Resources, Environmental Engineering.

## Resumen

El desarrollo de habilidades científicas es el principal objetivo de la Alfabetización Científica y Tecnológica, objetivo de interés de innumerables investigadores que intentan elucidar los mecanismos de concreción junto a los estudiantes y evaluar los indicadores de ese proceso. En este estudio se objetivó evaluar la efectividad de la Educación Ambiental para el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes de una escuela pública, ubicada en la Microbacia del Arroyo Pena Branca, Municipio de Caxias do Sul-RS, utilizando como tema motivador los recursos hídricos. La metodología cualitativa participante fue la elegida y, como estrategias para la recolección de datos, se utilizó el cuestionario y el grupo focal. El método de aprendizaje activo utilizado con los participantes fue la Enseñanza por la Investigación. La participación de los estudiantes de Enseñanza Fundamental en las actividades de investigación ha demostrado ser una importante herramienta para la comprensión de las metodologías científicas y su aplicabilidad en actividades de Educación Ambiental, y en la formación profesional futura, en particular en la Ingeniería Ambiental.

Palabras clave: Educación Ambiental, Iniciación Científica, Recursos Hídricos, Ingeniería Ambiental.

## 1. Introdução

A faixa etária jovem apresenta o potencial ideal para a construção de novos conceitos de ocupação do espaço geográfico e a formação de uma consciência crítica em torno de questões e problemas ambientais [1]. O desenvolvimento de habilidades científicas seria a meta principal da Alfabetização Científica e Tecnológica e que atualmente é alvo de interesse de inúmeros pesquisadores que tentam tanto elucidar os mecanismos de concretização junto aos estudantes, quanto avaliar os indicadores desse processo, verificando com clareza os avanços adquiridos pelos mesmos. Para o desenvolvimento de tais habilidades nos participantes da pesquisa, o assunto recursos hídricos foi o motivador, uma vez que consiste em um dos elementos naturais há muito impactado pelas atividades humanas. No Brasil estas questões vêm sendo amplamente discutidas nos diversos segmentos da sociedade, embora ações mais efetivas que conduzam à convivência harmônica do homem com a natureza, ainda sejam insuficientes [2].

A Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795/ 1999, apresenta a Educação Ambiental como tema transversal, envolvendo 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, considerando-a um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal [3]. Estes referenciais tornam-se essenciais quando do estabelecimento de metas a serem atingidas a médio e longo prazo nas questões ambientais, mas também da formação cidadã e da profissionalização na área ambiental. Neste contexto, a construção de instrumentos, processos e metodologias que possam ser incorporadas ao currículo do ensino formal e não formal, são ferramentas importantes já contempladas nas linhas de ação e estratégias do Programa Nacional de Educação Ambiental [4]. Segundo Costa, Monteiro e Costa (2008), referindo-se à Conferência de Tbilisi, a resolução de problemas ambientais é recomendada como estratégia metodológica para ações locais, a fim de estabelecer vínculos entre os processos educativos e a realidade cotidiana dos educandos [5].

Por outro lado, a Iniciação Científica na escola, na maioria das vezes se resume à transmissão de conceitos teóricos sobre Ciências, deixando-se em segundo ou nenhum plano o processo de investigação, que é a sua verdadeira natureza. Segundo Laranjeiras (2010), o ensino de Ciências na escola tem abdicado das Ciências, tornando-as ausentes de seu contexto, muitas vezes negando-as ou substituindo a experimentação em sua integridade epistemológica por atividades práticas [6].

Sasseron e Carvalho (2011) elegem três eixos estruturantes da Alfabetização Científica: compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente [7]. As autoras defendem que propostas didáticas que respeitem esses três eixos, devem ser capazes de promover a Iniciação Científica, pois se tem a oportunidade de trabalhar de forma integrada os problemas envolvendo a Sociedade e o Ambiente. Nessa abordagem a Alfabetização Científica está diretamente ligada à pesquisa, pois segundo Demo (2006), dialogar com a realidade talvez seja a definição mais apropriada de pesquisa, pois saber dialogar de modo crítico e criativo faz da pesquisa condição de vida, progresso e cidadania. Como resultado o estudante levará para a sua vida o que cria por si mesmo e somente isso tem condições de fazer parte da sua atitude [8].

O tema água como tema motivador para a Alfabetização Científica e para a Educação Ambiental torna-se um importante instrumento para fazer frente aos problemas relacionados à escassez por quantidade e por qualidade, sendo este um elemento essencial à vida e um recurso de base socioeconômica fundamental à estruturação das Sociedades humanas e preservação da vida em suas mais diversas manifestações. A Engenharia Ambiental por sua vez é uma área

de formação que pressupõe o desenvolvimento de habilidades e competências para atuar na área Ambiental desenvolvendo projetos e ações de intervenção, prevenção e minimização de impactos ambientais. A temática recursos hídricos, neste contexto, aparece como um pano de fundo integrador dos mais diversos problemas ambientais decorrentes das atividades antrópicas.

A legislação brasileira sobre recursos hídricos é um modelo ambicioso de gestão, prevendo que as decisões sobre seus usos em todo o País sejam tomadas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, que são constituídos por representantes da sociedade civil, do Estado e dos Municípios [9]. Porém, a legislação aplicada de forma isolada não será capaz de assegurar o uso sustentável desse recurso natural, muito menos garantir que toda a população tenha acesso irrestrito a esse recurso considerado de domínio público. Neste sentido, além das disposições legais devem-se somar ações individuais e/ou ações coletivas que visem à conscientização das pessoas de maneira formal e/ou informal, quer seja na busca da conservação do bom estado dos recursos hídricos locais para as presentes e as futuras gerações, quer seja pela preservação do ambiente natural de forma perene. Sendo assim, a Mobilização Social e a Educação Ambiental são ferramentas importantes para que se alcancem as metas do sistema de gestão de recursos hídricos. Preparar as gerações futuras para o enfrentamento das dificuldades relacionadas à escassez de recursos hídricos seja por quantidade ou por qualidade é um dos desafios à Sociedade moderna, uma vez que se trata do recurso essencial à própria sobrevivência por sua natureza integradora e unificadora das relações ecossistêmicas.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a efetividade da Educação Ambiental para o desenvolvimento de habilidades científicas em estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública, utilizando como tema motivador os recursos hídricos. Utilizando-se de pressupostos de Educação Ambiental, por meio da qual é possível atingir uma camada representativa da sociedade, objetivou-se ainda a formação de multiplicadores ambientais. Para o desenvolvimento de tais habilidades nos participantes da pesquisa, o assunto recursos hídricos foi eleito como tema motivador, uma vez que consiste em um dos elementos naturais há muito impactado pelas atividades humanas.

## 2. Desenvolvimento

Neste estudo objetivou-se avaliar a efetividade da Educação Ambiental para o desenvolvimento de habilidades científicas em estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública, localizada na Microbacia do Arroio Pena Branca no Município de Caxias do Sul-RS, utilizando como tema motivador os recursos hídricos. A metodologia qualitativa participante foi escolhida para o desenvolvimento do trabalho e, como estratégias para coleta de dados, utilizou-se o questionário e o grupo focal.

### 2.1 Atividades realizadas com os participantes

As atividades realizadas com seis participantes foram orientadas e mediadas diretamente por dois professores colaboradores da Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Italo João Balen, localizada no Município de Caxias do Sul-RS. Para a execução e aporte teórico dos conceitos necessários, utilizou-se de consulta a especialistas e especialidades da Universidade de Caxias do Sul. O método de aprendizagem ativa utilizado foi o Educar pela Pesquisa que consiste em estimular o estudante à curiosidade pelo desconhecido, incitá-lo a procurar respostas, a ter iniciativa, a compreender e iniciar a elaboração de suas próprias ideias, sendo o professor orientador do trabalho conjunto de forma coletiva e individual [10]. O Quadro 1 e o Quadro 2 resumem as atividades realizadas com os participantes na referida escola e no Arroio Pena Branca, no Município de Caxias do Sul, RS, Brasil, no período de dezembro de 2014 a dezembro de 2015.

Quadro 1: Atividades de ensino desenvolvidas e respectivos objetivos

Atividade	Objetivo
Atividade de campo no Arroio Pena Branca, incluindo observação <i>in loco</i> e registro fotográfico.	Conscientizar quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos.
Aprendizagem de conceitos sobre os recursos hídricos através de leitura, compreensão e resolução de exercícios do Guia Rede Nacionais de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental [11].	Fundamentar teoricamente os participantes sobre recursos hídricos.
Reuniões com os professores e direção da escola. Atividade de campo com os professores e direção. 1ª Feira de Ciências da EMEF Italo João Balen. Palestras aos demais estudantes da escola.	Despertar o interesse da comunidade escolar pelas questões ambientais.

Quadro 2: Atividades de pesquisa desenvolvidas e respectivos objetivos

Atividade	Objetivo
Coleta de água no Arroio Pena Branca e medição de alguns parâmetros Físicos e Químicos em campo. Análise de resultados da qualidade da água medida em campo e interpretação de laudos laboratoriais.	Desenvolver habilidades para a coleta de amostras de água em campo, utilizando equipamentos de monitoramento. Analisar a qualidade da água através de parâmetros Físicos e Químicos.
Determinação do IQA do Arroio Pena Branca.	Conhecer o método de cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) através de ferramenta do Sistema de Informações Ambientais (SIA).
Enquadramento do Arroio Pena Branca na Resolução nº 357 do CONAMA [12] através do jogo “Aquadroce”.	Conhecer a resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e compreender os critérios de classificação das águas doces.
Biomonitoramento da qualidade da água do Arroio Pena Branca. Coleta, triagem e identificação de macroinvertebrados aquáticos do Arroio Pena Branca. Montagem de coleção de macroinvertebrados coletados.	Desenvolver habilidades para a coleta de macroinvertebrados aquáticos. Analisar quali-quantitativamente a fauna de macroinvertebrados em cursos d’água. Analisar a qualidade da água através de parâmetro biológico.
Montagem e monitoramento de um aquário na EMEF Italo João Balen. Montagem de terrários.	Realizar analogias entre ecossistema natural e ecossistema artificial.
Elaboração de resumos, relatórios e pôsteres para apresentação, divulgação e publicação dos resultados em eventos técnico-científicos e pedagógicos.	Desenvolver a competência para produção, apresentação, divulgação e publicação de trabalhos científicos.

## 2.2 Avaliação do processo realizado

### 2.2.1 Comparação dos conhecimentos prévios e adquiridos sobre recursos hídricos

Após o desenvolvimento da primeira atividade de ensino, a etapa de conscientização, os seis estudantes responderam um questionário individual inicial, a fim de verificar os conceitos já construídos sobre o tema recursos hídricos no decorrer de sua formação, bem como verificar suas percepções no primeiro contato com o Arroio Pena Branca. Este questionário foi aplicado novamente, quando da finalização do trabalho, a fim de comparar os conhecimentos prévios dos estudantes com os conhecimentos no final da experiência de pesquisa.

### 2.2.2 Grupo focal

Quando do encerramento do trabalho, após um ano de desenvolvimento das atividades, os seis estudantes participantes foram convidados a participar de entrevista, o grupo focal. O seu propósito foi observar como os participantes interpretaram a realidade, seus conhecimentos e experiências. Puderam se manifestar oralmente evitando falas concomitantes e interrupções. Os participantes foram questionados sobre suas vivências durante a execução do trabalho, que mudanças internas resultaram e a efetividade da Educação Ambiental no desenvolvimento de habilidades científicas. Esta reunião de, aproximadamente, duas horas, foi completamente flexível e não estruturada, na ótica dos observados, dando margem a discussão do assunto, sendo conduzida por um observador e um moderador. Segundo Dias (2000), o moderador, atua no grupo de maneira a redirecionar a discussão, caso haja dispersão ou desvio do tema pesquisado, sem, no entanto, interromper bruscamente a discussão [13]. O observador, por sua vez, faz a observação e o registro minucioso de todos os acontecimentos, inclusive os não verbais que apareceram na comunicação [14]. Estas conversas foram registradas por meio de gravação de áudio/vídeo/digital, utilizando-se, para isso, uma filmadora com microfone adaptado para gravação digital, com digitalização das falas para compor a descrição escrita dos relatos feitos. Esta foi analisada, a fim de avaliar a efetividade da Educação Ambiental no desenvolvimento de habilidades científicas na formação dos estudantes participantes.

## 3. Resultados e Discussão

O questionário individual aplicado aos estudantes no início e final do trabalho revelou informações importantes a respeito dos conhecimentos construídos pelos mesmos ao final da experiência de pesquisa. Os resultados estão apresentados no Quadro 3 contendo o assunto questionado, sendo escolhida a resposta de um dos seis participantes

antes e depois da vivência. Os participantes foram numerados de 1 a 6 e organizados por ano em curso no Ensino Fundamental em 2015: participantes 1 e 2 eram estudantes do 9º ano; participantes 3 e 4 eram estudantes do 8º ano e participantes 5 e 6 eram estudantes do 7º ano.

Quadro 3 – Questões sobre o tema recursos hídricos e resposta de um dos seis participantes antes e depois da pesquisa

	Antes	Depois
O rio como ecossistema: Como você vê o rio hoje?	<i>Um rio com péssimas condições e cheiro ruim de esgoto, com muitos macroinvertebrados que fazem mal a água, sem pássaros e sem peixes, com água suja e muito lixo ao redor e dentro do rio.</i>	<i>Um local delicadamente ligado com a natureza, de modo que qualquer acontecimento prejudicial à natureza terá total impacto nos rios.</i>
A substância água: Como você definiria a substância água?	<i>Uma substância muito usada tanto pelo homem quanto pelos animais e a natureza, meio fundamental para a vida e uma das substâncias que compõe nosso corpo.</i>	<i>Um patrimônio usado pela humanidade tanto para lazer quanto para saúde e principalmente para a sobrevivência e que está em minoria a sua parte apropriada às necessidades vitais.</i>
Impactos das ações humanas sobre a água/rios: Que impactos você percebeu/percebe sobre os rios, resultantes das nossas atividades do dia a dia?	<i>O descarte não consciente dos esgotos ou até mesmo resíduos poluentes.</i>	<i>Diversos impactos como por exemplo: efluentes domésticos e industriais, despejo de lixo, industrialização, o aquecimento global que também atinge os rios, etc.</i>
A bacia hidrográfica: Você sabe o que é bacia hidrográfica?	<i>Não.</i>	<i>Bacia hidrográfica é o conjunto de rios, lagos, etc...</i>
Saneamento ambiental: Existem medidas/obras/estruturas de saneamento instaladas no rio que visitamos? Quais?	<i>Não.</i>	<i>Sim. Uma estação de tratamento de esgoto.</i>
Ciclo hidrológico/ciclo da água: Se não chover, o rio vai estar lá?	<i>Não porque a água tem que encher o rio.</i>	<i>Não porque o rio não enche sozinho precisa chover para o rio encher.</i>

Com base nas respostas apresentadas, observa-se que antes da vivência de pesquisa os participantes revelam um senso comum, resultado das observações imediatas feitas com base nas características físicas quando do contato com o Arroio Pena Branca e nos conceitos aprendidos na escola, resultado de sua formação básica. Depois da vivência os participantes já conseguiram ir além das características sensoriais, estabelecendo relações entre o arroio e o ecossistema, percebendo-o como parte do todo, como um local que requer cuidados e “delicadamente ligado com a natureza”. Sobre assuntos relacionados à qualidade da água e métodos de monitoramento de corpos hídricos, os participantes demonstram apropriação de conceitos e conhecimentos específicos após a experiência de pesquisa, conforme mostra o Quadro4.

Quadro 4 – Qualidade da água: Como podemos avaliar a qualidade da água em campo, no laboratório e a partir de organismos presentes no meio aquático?

	Antes	Depois
2	<i>Em campo pelo cheiro e aspecto físico.</i>	<i>Em campo através de aspectos físicos como odor, cor, sabor e por parâmetros físicos e químicos: OD, ORP, DBO, DQO, turbidez, condutividade elétrica e outros.</i>
	<i>No laboratório com meios mais detalhados.</i>	<i>No laboratório calculando os índices avaliados – parâmetros físicos e químicos – encontrados em campo.</i>
	<i>Pelas suas capacidades de sobrevivência e adaptação.</i>	<i>Comparando famílias, ordens e espécies de macroinvertebrados que se encontram na água.</i>

Durante o trabalho foram realizadas atividades de biomonitoramento no Arroio Pena Branca, utilizando-se macroinvertebrados aquáticos. Antes da experiência de pesquisa, os macroinvertebrados aquáticos eram um assunto totalmente desconhecido pelos participantes, tornando-se uma das atividades mais apreciadas pelos mesmos. Após as vivências todos os participantes passaram a reconhecer os macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água, atribuindo-lhes grande importância para a natureza, conforme descrito no Quadro5.

Quadro 5 – Macroinvertebrados aquáticos: Você conhece os macroinvertebrados aquáticos? O que são?

	Antes	Depois
1	<i>Não. Pequenos animais invertebrados, que indicam se a água está boa ou ruim.</i>	<i>Sim. Bioindicadores da qualidade da água, que tem grande importância na natureza.</i>
2	<i>Não. São muito importantes para a definição do estado da água, isto é, sua qualidade.</i>	<i>Sim. São seres que contribuem para a avaliação da qualidade da água de um determinado lugar.</i>
3	<i>Não. Seres fundamentais para nos ajudar a descobrir a qualidade da água.</i>	<i>Sim. Seres que com análise apropriada nos mostram a qualidade da água dos rios.</i>
4	<i>Não. São seres que merecem serem estudados.</i>	<i>Sim. São animais que nos dizem como está a qualidade da água.</i>
5	<i>Não. Como bichos da água que ajudam a cuidar.</i>	<i>Sim. Eles são bioindicadores da água então dependendo como a água está, pra mim eles são bem importantes.</i>
6	<i>Não. Ainda acho eles nojentos mais achei legal ver eles perto com a lupa.</i>	<i>Sim. Hoje eu vejo o quanto eles são importantes para a natureza, pois indicam a qualidade da água.</i>

Os resultados apontam sobre a possibilidade de estudantes do Ensino Fundamental realizar o monitoramento da qualidade da água em regiões urbanas, tanto com a análise da qualidade da água utilizando equipamentos de monitoramento e métodos laboratoriais, quanto através da análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados encontrados na água, desenvolvendo habilidades científicas. Com os resultados obtidos no trabalho, pode-se afirmar que os estudantes de Ensino Fundamental compreenderam que organismos aquáticos, como macroinvertebrados, podem auxiliar na identificação das condições de qualidade da água de um recurso hídrico, além de desenvolver a habilidade de classificar as diferentes famílias de macroinvertebrados e relacioná-las à qualidade da água que elas indicam. Os participantes da pesquisa puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, bem como a importância da preservação do meio ambiente. Assim, compreenderam os fatores e de que maneira contribuíram para a poluição deste arroio.

Com a montagem do aquário, o grupo passou a perceber as semelhanças e diferenças entre o aquário e o arroio, comparando e discutindo a visão de cada um com relação a esses meios, desenvolvendo uma postura diferente com relação aos ecossistemas, tornando-se ativos nos processos de preservação ambiental. A analogia entre o aquário e o arroio tornou-se uma estratégia de ensino para aprendizagem significativa dos estudantes, pois facilitou a compreensão de alguns acontecimentos recorrentes aos dois meios. Durante o período da prática da atividade envolvendo o aquário observou-se a motivação e o interesse, não apenas dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar, inclusive visitantes da escola, despertando a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos ao aquário.

Como questionamento final, os participantes relataram suas expectativas com variados níveis de proposição, tanto no início quanto no final do trabalho. Um dos sujeitos tinha como expectativa aprender um pouco mais sobre Ciências, outro já evidenciava afinidade com esta área do conhecimento, pretendendo participar do trabalho para poder se especializar futuramente. Para todos os participantes o trabalho foi além das expectativas iniciais, pois puderam interagir e expandir seus conhecimentos na área ambiental, sendo que para alguns essa afinidade se revelou no desejo de dar continuidade enquanto formação futura.

Esses resultados tornam-se evidentes durante a realização da entrevista no grupo focal, quando buscamos levantar os fatos com os quais os sujeitos despertaram para a vocação científica e para a conscientização ambiental durante a participação no trabalho. De acordo com os relatos dos estudantes, as atividades envolvendo o tema recursos hídricos contribuíram para seu autoconhecimento e superação de dificuldades, conforme relatos dos sujeitos 2, 3 e 5, apresentados no Quadro6.

Quadro 6 - Estas vivências foram positivas ou negativas para o seu despertar à vocação científica?

2	<i>De modo geral serviu de aprendizado. O contato com especialistas é uma grande experiência... A coleta a campo foi o mais diferencial do projeto. Saldo positivo.</i>
3	<i>Positivo e negativo. O aprendizado é na área que eu quero estudar no futuro, me acrescentaram muito, a percepção humana no meio ambiente.</i>
5	<i>Todas positivas, pois aprendemos tudo o que não sabíamos que existia. Não sabia que existiam os macros.</i>

O despertar para a vocação científica ocorreu no decorrer do trabalho, mas principalmente nas atividades relacionadas aos macroinvertebrados e ao aquário, afirmam os sujeitos 1, 4 e 6, conforme o Quadro7.

Quadro 7 - Você despertou para a vocação científica ao longo do projeto? Se sim, como isso aconteceu?

1	<i>No caso despertou para mim porque gosto muito de química: o aquário, pois é algo que eu gosto muito de fazer. Agora gosto mais de química, pois vi na prática o que estudava na teoria.</i>
4	<i>Para mim foi na parte em que começamos a triar os macros e consegui identificar eles. Parece que ligou uma luz na minha cabeça, é isto que eu gosto e é aquilo que eu quero. As coletas são legais, mas quando vim aqui e aprendi sobre os macros foi diferente. É disso que eu gosto.</i>
6	<i>Na verdade sim, todo o projeto despertou um pouquinho, pois eu não gostava de ciências. Mas depois eu comecei a entender mais. Não teve nenhuma atividade específica. Tudo despertou um pouquinho.</i>

A mudança na relação dos sujeitos com a natureza, antes e depois do projeto, também fica evidente nos seus depoimentos, de acordo com o Quadro 8.

Quadro 8 - A sua relação com a natureza antes e depois do projeto.

1	<i>Eu acho que antes do projeto, eu pensava que a natureza era onde os animais viviam. Agora eu vejo que tudo está interligado. Se eu mexer em alguma coisa na natureza vai ter consequências ruins. Tem que cuidar da natureza e não fazer mal a ela, pois vai voltar para a gente.</i>
2	<i>A minha parte, antes do projeto, claro que dentro da escola a gente aprende, já tinha a percepção que a poluição era errada e trazia consequências. Pude aprofundar meu conhecimento. Os macros foram muito interessantes. As nossas ações têm consequências ao ambiente dos macros, e com ele podemos perceber qual a condição do meio. Resíduos domésticos gerados e mal descartados, industriais, que parecem mínimos geram graves consequências.</i>
3	<i>Antes do projeto eu era fresca no quesito natureza: não chegava perto disso, não gostava daquilo. Depois do projeto, claro com acidentes, foi uma coisa que eu aprendi a perder meus medos e eu consegui chegar mais perto da natureza, eu consegui prestar mais atenção, me comunicar mais com o meio ambiente. Depois das vivências que eu tive, foi uma mudança bem radical.</i>
4	<i>Antes do projeto eu já tinha contato com a natureza, mas também tinha medo. Tinha noção da poluição, mas só o que aprendíamos na escola. Depois do projeto, como estivemos neste meio, eu percebi que não importa se a poluição é pequena ou grande, vai alterar em alguma coisa. A minha percepção mudou bastante. Agora me controlo mais, eu não estava nem aí, mas agora eu já tenho uma noção maior das minhas ações.</i>
5	<i>Não era muito apegada e não me importava muito. Pude perceber as relações entre poluição e a qualidade do rio.</i>
6	<i>Eu também era fresca, muito medo de tudo. Também já sabia um pouco sobre poluição, o que eu havia aprendido na escola. Continuava poluindo, jogando lixo na rua. Depois do projeto eu parei um pouco, me controlo mais.</i>

A necessidade do desenvolvimento de uma educação voltada para a discussão de questões relacionadas à conservação e manejo dos recursos naturais é hoje realidade [15]. Porém, uma das maiores dificuldades dos professores tem sido a escassez de recursos didáticos que permitam a transmissão do conteúdo técnico-científico em Ecologia utilizando uma linguagem acessível e de fácil compreensão [16]. Como a meta da Gestão Ambiental é desenvolver e aplicar métodos, tanto em sistemas de produção como em seus sistemas naturais, almejando uma relação sustentável entre o homem e o meio ambiente, observa-se que a participação nas atividades de pesquisa contribuiu nessa busca, principalmente no sentido de aproximar o estudante ao seu entorno, seu bairro, sua cidade, tornando-o consciente do meio natural existente no seu meio construído, no ecossistema urbano chamado cidade. Além disso, ao sensibilizá-lo para que se sinta parte deste meio natural, poderá agir como cuidador deste, conservando os recursos naturais no pleno exercício da sua cidadania, tornando-se um multiplicador ambiental auxiliando na busca pela sustentabilidade.

#### 4. Conclusões

No decorrer deste trabalho, os estudantes estabeleceram inter-relações com os recursos naturais e os seres vivos, valorizando o Meio Ambiente. Também compreenderam melhor alguns termos e procedimentos usados no meio científico. Ao interagir nas atividades propostas puderam desenvolver uma postura frente às relações entre os seres humanos e os seres vivos relacionando-se de maneira diferente com os ecossistemas, podendo tornar-se ativo nos seus processos de preservação. Estas habilidades foram desenvolvidas ao longo do período de execução, conscientizando-os gradativamente quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos.

Os registros e vivências que tiveram, tornaram evidentes as causas da poluição no ambiente natural e o quanto o conhecimento e a Iniciação Científica são importantes para que se possa desempenhar um papel proativo na Gestão Ambiental, planejando mudanças próximas ou futuras que visam a não poluição do meio aquático e como poderiam atuar no futuro enquanto profissionais. Foi possível perceber ainda o despertar da compreensão para os efeitos das ações humanas no meio ambiente e refletir sobre possíveis mudanças e métodos que podem ser utilizados para a preservação e conservação dos recursos naturais, em particular a água. A possibilidade da Iniciação Científica no Ensino Fundamental favoreceu para que estes estudantes pudessem compreender desde cedo as consequências de algumas ações humanas sobre o Ambiente, a importância da preservação e as consequências da falta de cuidado com

os recursos hídricos, compreendendo ainda que ações de minimização, reparo, ou mesmo a perspectiva de evitar estes impactos requer profissionais com formações específicas que lhe permitam realizar intervenções neste sentido.

O envolvimento dos alunos de Ensino Fundamental nas atividades de pesquisa demonstrou-se uma importante ferramenta para a compreensão das metodologias científicas e sua aplicabilidade em atividades de Educação Ambiental e para a formação profissional futura. Além disso, a construção de instrumentos, processos e metodologias que possam ser incorporadas ao currículo do ensino formal e não formal, são ferramentas importantes na busca de atitudes de respeito ao meio ambiente.

## Agradecimentos

Este trabalho foi realizado em uma parceria entre a Universidade de Caxias do Sul (UCS), através do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen, do Município de Caxias do Sul-RS, sendo que os recursos foram oriundos da Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa (FAPERGS) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Referências

- [1] M. F. F. V. Secco. *O Conceito de Bacia Hidrográfica como Instrumento de Educação Ambiental: uma experiência na Escola Bosque de Belém/PA*. Departamento de Museologia (DMU)/Serviço de Educação e Extensão Cultural (SEC)/Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). 1998.
- [2] M. Callisto; J. França, *Bioindicadores de Qualidade de Água: transmissão de metodologias para o ensino fundamental e médio*. Anais do 7º Encontro de Extensão da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (CD-Room). 2004.
- [3] Brasil. Lei Federal nº 9.795/99, de 27 de abril de 1999. *Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências*. 1999. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: nov. 2014 e jul. 2015.
- [4] \_\_\_\_\_. ProNEA. *Programa Nacional de Educação Ambiental*. Ministério do Meio Ambiente. 5. ed. Brasília. 2005a.
- [5] M. de F. B. da Costa; S. C. F. Monteiro; M. A. F. da Costa. *Projeto de Educação Ambiental no Ensino Fundamental: bases para práticas pedagógicas*. Rev. eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v. 21, jul./dez. 2008.
- [6] C. C. Laranjeiras, *Um ensino de ciências sem ciências: um simulacro de educação científica*. Artigo extraído do Jornal da Ciência por e-mail no. 3980, de 31 de Março de 2010. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=69992>>. Acesso em: out. 2015.
- [7] L. H. Sasserone; A. M. P. de Carvalho. *Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica*. Faculdade de Educação. USP. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, pp. 59-77, 2011.
- [8] P. Demo. *Pesquisa: princípio científico educativo*. São Paulo: Cortez, 2006.
- [9] Brasil. Lei Federal nº 9.433/97, de 08 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e dá outras providências*. 1997. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: nov. 2014 e jul. 2015.
- [10] P. Demo. *Educar pela pesquisa*. Campinas: Editora Autores Associados, 1996.
- [11] Brasil. ReCESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. *Qualidade da Água: padrões de potabilidade e controle da poluição: Guia do profissional em treinamento: Nível 2*. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – Ministério das Cidades, Brasília, DF. 2013.
- [12] Brasil. *Resolução CONAMA nº 357*, de 17 de março de 2005. 2005b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 maio de 2015.
- [13] C. A. Dias. *Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas*. Tese de Mestrado em Ciência da Informação. Universidade de Brasília. DF. 2000.
- [14] L. A. Lourinho. *Educação na cidade de Fortaleza: diagnóstico e realidade*. Prefeitura Municipal de Fortaleza. CE. 2007.
- [15] K. Palhares; N. Mayrink; P. Moreno; M. Goulart; M. Moretti; W. Ferreira; A. P. Diniz; L. Rodrigues; M. Callisto. *Bioindicadores de Qualidade de Água: a educação ambiental como uma ferramenta de união UFMG – Escolas*. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 1:182-189. 2000.
- [16] J. F. Machado. *Fazendo a educação ambiental na escola*. Programa de Educação Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba: Curso de formação de Professores na área ambiental; Guerra e Barbosa. UFMG/ICB:BH. 1996.

b) Resumo submetido e aceito: 29º Congresso ABES/FENASAN 2017, de 2 a 6 de outubro de 2017, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em:

<<https://www.abesfenasan2017.com.br/arquivos/lista-resumos-aprovados.pdf>>

O artigo intitulado “Projeto de Educação Ambiental através do Monitoramento Participativo da Qualidade da Água na Área Urbana de Caxias do Sul (RS)”, foca principalmente na possibilidade de estudantes do Ensino Fundamental realizar o monitoramento da qualidade da água em regiões urbanas, tanto com a análise da qualidade da água utilizando equipamentos de monitoramento e métodos laboratoriais, quanto através da análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados encontrados na água, desenvolvendo habilidades científicas.



**PROJETO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DO MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA ÁREA URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS)**

**Anarisa Fátima Carminatti<sup>1</sup>**  
**Vania Elisabete Schneider<sup>2</sup>**  
**Sofia Helena Zanella Carra<sup>3</sup>**  
**Veronica Casagrande<sup>4</sup>**

**Endereço<sup>1</sup>:** Avenida França, 2121 - Bairro Bela Vista - Caxias do Sul - RS - CEP: 95076-000 – Brasil –  
 Telefone: 054 3222 8878 – 054 991843067- [anarisacarminatti@hotmail.com](mailto:anarisacarminatti@hotmail.com)

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral apresentar uma proposta de monitoramento participativo da qualidade da água para um córrego próximo a uma escola pública do Município de Caxias do Sul - RS - Brasil. Por meio deste os participantes do projeto puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência dos organismos aquáticos desenvolvendo a visão da importância da preservação destes ambientes para a manutenção da vida. A metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto pretendeu envolver toda a comunidade escolar da E.M.E.F. Italo João Balen, localizada na Microbacia do Arroio Pena Branca pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Caí, na zona urbana do Município de Caxias do Sul - RS - Brasil. Um grupo de dois professores e seis estudantes dos Anos Finais da referida escola, participaram de diversas atividades, a fim de serem os multiplicadores ambientais da proposta. Estas atividades específicas incluíram definição do corpo hídrico de estudo, fundamentação teórica sobre recursos hídricos, montagem e monitoramento de ecossistema artificial de água doce, coleta de amostras e análise da qualidade da água de um arroio, coleta, triagem e identificação de bioindicadores da qualidade da água. Para o envolvimento da comunidade escolar foram propostas atividades de capacitação do corpo docente e de participação de parte do corpo discente no projeto. As atividades específicas realizadas pelos dois professores e os seis estudantes permitiram inferir que as águas do Arroio Pena Branca estão comprometidas em termos de qualidade, devido às ações antrópicas. A instalação e monitoramento do aquário na escola possibilitou a sensibilização ambiental da comunidade escolar, através da percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos a ele, possibilitando a compreensão do equilíbrio ecológico para a manutenção da vida aquática. A capacitação do corpo docente por meio de atividade de campo foi essencial para o seu despertar e o envolvimento com o tema. A participação dos demais estudantes no projeto deu início ao processo de organização e planejamento de feiras de ciências para os próximos anos, e ainda, a formação de um clube de ciências por parte dos estudantes interessados. Almejando uma relação sustentável entre o homem e o meio ambiente, o tema Educação Ambiental e Recursos Hídricos vem contribuir nessa busca, principalmente no sentido de aproximar o estudante e a escola do seu entorno, do seu bairro, da sua cidade, tornando os envolvidos conscientes do meio natural existente no seu meio construído, no ecossistema urbano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Ambiental, Recursos Hídricos, Aprendizagem Significativa

<sup>1</sup> Bacharel e Licenciada Plena em Ciências-Biologia (UCS), Especialista em Educação de Jovens e Adultos (UCS), Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais (UCS), professora de Tecnomídias, Matemática e Ciências da Natureza na Rede Municipal de Ensino de Caxias do Sul, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Bacharel e Licenciada Plena em Ciências-Biologia (UCS), Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS), professora da UCS e diretora do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da UCS.

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental (UCS), Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais (UCS), técnica do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da UCS.

<sup>4</sup> Engenheira Ambiental (UCS), Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais (UCS), técnica do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da UCS.

## INTRODUÇÃO

As alterações nos ecossistemas aquáticos, decorrentes das mais diversas atividades humanas, têm gerado grande preocupação em relação à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001). Barbosa, Callisto e Galdean (2000) declaram que a saúde destes ecossistemas pode ser aferida tanto por meio das características de sua estrutura, baseada em elementos biológicos e na sua relação com parâmetros físico-químicos, quanto por meio das características de seu funcionamento, baseadas nos processos fundamentais para a manutenção da biodiversidade.

Entretanto, os resultados de estudos técnico-científicos, especialmente a respeito da temática água, devido sua relevância à sociedade, não devem ficar restritos ao âmbito acadêmico. É necessário que a sociedade se aproprie desse conhecimento, de forma a fazer valer seu juízo de valor, utilizando-o para desempenhar um papel ativo na gestão ambiental pública. Por meio da Educação Ambiental nas escolas de ensino básico, é possível atingir uma camada representativa da sociedade, uma vez que a faixa etária jovem apresenta o potencial ideal para a absorção de novos conceitos de ocupação do espaço geográfico, além da formação de uma consciência crítica em torno de questões e problemas ambientais (SECCO, 1998).

Esta abordagem aproxima o estudante de sua realidade local, complementando e enriquecendo o material didático utilizado em sala de aula, já que uma das maiores dificuldades dos professores tem sido a escassez de recursos didáticos que permitam a transmissão do conteúdo técnico-científico em ecologia, utilizando uma linguagem acessível e de fácil compreensão (MACHADO, 1996).

Neste contexto este trabalho apresenta um projeto de inserção da temática ambiental no ambiente escolar, desenvolvido de novembro de 2014 a novembro de 2015 em uma escola pública de Ensino Fundamental localizada na cidade de Caxias do Sul-RS-Brasil, utilizando estratégias de aprendizagem significativas e ativas como o monitoramento participativo da qualidade da água.

## OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral a apresentação de uma proposta de monitoramento de qualidade da água para um córrego próximo a uma escola pública do Município de Caxias do Sul-RS, onde os participantes puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, buscando desenvolver a visão da importância da preservação do ambiente aquático para a manutenção da vida.

Dentre os objetivos específicos, podem ser citados:

1. Conscientizar os participantes quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos.
2. Fundamentar teoricamente os participantes sobre recursos hídricos.
3. Realizar analogias entre ecossistema natural e ecossistema artificial.
4. Desenvolver habilidades para a coleta de amostras de água em campo, utilizando equipamentos de monitoramento, a fim de analisar a qualidade da água através de laudos laboratoriais com parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.
5. Desenvolver habilidades para a coleta, triagem e identificação de bioindicadores aquáticos, a fim de analisar quali-quantitativamente a fauna de macroinvertebrados em cursos d'água.
6. Despertar o interesse da comunidade escolar pelas questões ambientais.

## METODOLOGIA

A Rede Municipal de Ensino de Caxias do Sul é composta por 86 Escolas de Ensino Fundamental e 40 escolas de Educação Infantil conveniadas. Atualmente, mais de 3,2 mil professores atendem cerca de 40 mil estudantes, divididos entre a Educação Infantil (Escolas conveniadas ao município), Pré-Escola, Ensino Fundamental, Educação Especial e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escola selecionada, Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen, atende estudantes de Educação Infantil (cinco anos de idade), dos anos iniciais (1º ao 5º ano) e anos finais (6º ao 9º ano) e está localizada dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí mais especificamente na Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, no Município de Caxias do Sul, RS.

No ano de 2014 foi aberto edital nº 03 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), em acordo com a Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), iniciando-se o Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras – PICMEL. O referido programa, pioneiro no Brasil em financiar projetos a serem desenvolvidos no Ensino Fundamental, despertou o interesse do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS) que viu a possibilidade de estender seu programa de monitoramento da qualidade da água da região urbana de Caxias do Sul para um projeto com uma escola dentro de uma das microbacias que drenam o Município de Caxias do Sul. Sendo assim, foi submetida ao referido Edital a proposta “Programa de monitoramento participativo da qualidade de água na região urbana de Caxias do Sul (RS): o uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores - Proposta de iniciação científica no Ensino Fundamental”. A proposta foi aprovada, iniciando o processo de implementação na EMEF Italo João Balen que previa a participação de oito bolsistas, sendo dois professores e seis estudantes. Estes foram avaliados pelo seu desempenho escolar e manifestação de interesse através de entrevista, buscando diversidade de gênero e faixa etária. Foram selecionadas duas estudantes do 7º ano com idade de 11 e 12 anos, duas estudantes do 8º ano com idade de 13 anos, e dois estudantes do 9º ano, com idade de 13 e 14 anos, no ano escolar de 2015.

Foram realizadas seis atividades principais com o grupo de estudantes coordenados pelos dois professores e com orientação dos técnicos da Universidade de Caxias do Sul, tendo como tema central os recursos hídricos. Cabe salientar que as atividades foram realizadas de forma complementar, visando à etapa seguinte de forma a potencializar o conhecimento adquirido na vivência anterior. A seguir são descritas as atividades realizadas.

**Atividade 1 - Definição do corpo hídrico de estudo:** esta etapa envolveu o reconhecimento e a identificação do corpo hídrico de estudo, dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, mais especificamente a Microbacia do Arroio Pena Branca, em dois pontos designados ponto 1 e ponto 2, incluindo a identificação do uso e ocupação do solo e as características visuais do arroio. O ponto 1 apresentava alta influência humana com despejo de dejetos domésticos de várias moradias situadas no seu entorno. Já o ponto 2 apresentava ação humana menor, estando mais afastado de moradias e situando-se em área rural. Participaram desta atividade os seis estudantes do Ensino Fundamental, um dos professores da escola, dois professores e um técnico do ISAM da UCS. Esta atividade foi dividida em duas etapas, sendo a primeira para registrar imagens que representassem a percepção dos estudantes frente às situações consideradas inadequadas à preservação do corpo hídrico. A segunda etapa objetivou uma comparação entre os dois pontos distintos do Arroio Pena Branca, o ponto 1 com ação humana direta maior e o ponto 2 com ação humana direta menor. Seu objetivo foi despertar a percepção dos estudantes para diferentes aspectos que influenciam a qualidade da água, especialmente em seus aspectos visual e olfativo. Para ambas as etapas os estudantes utilizaram câmeras digitais e *smartphones* para registro destas condições e fizeram relatos orais que foram registrados. Os resultados desta atividade foram discutidos entre os participantes e serviram para dar continuidade às demais etapas do trabalho.



**Figura 1- Estudantes realizando o registro fotográfico no ponto 1 do Arroio Pena Branca - dezembro/2014**

**Atividade 2 - Embasamento teórico sobre os recursos hídricos:** a atividade foi conduzida ao longo de toda a execução do projeto, visando prover, tanto os estudantes quanto os professores participantes, de conhecimentos técnico-científicos relativos ao tema em estudo. Para nortear as discussões e atividades realizadas com os mesmos, inicialmente utilizou-se o Guia “Qualidade da Água” desenvolvido pelo ISAM da UCS, em parceria

com o Ministério das Cidades, através da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (BRASIL, 2013). Os estudantes foram instrumentalizados teoricamente com conceitos básicos sobre o tema recursos hídricos, através de leitura, compreensão e resolução de exercícios, incluindo os seguintes assuntos contidos nas seis unidades do Guia “Qualidade da Água”:

- a) água na natureza;
- b) poluição, qualidade e usos da água;
- c) controle da poluição e saúde;
- d) enquadramento dos recursos hídricos e indicadores de qualidade de água;
- e) controle da qualidade da água para consumo humano;
- f) monitoramento de qualidade de água.



**Figura 2 - Fundamentação teórica utilizando o Guia “Qualidade da Água” - março/2015**

**Atividade 3 – Montagem e monitoramento de um aquário:** esta atividade teve por objetivo possibilitar que os estudantes realizassem analogias entre um ecossistema natural (o arroio) e um ecossistema artificial de água doce (o aquário), evidenciando que há muitas similaridades entre a dinâmica de ambos os ecossistemas. Esta estratégia buscou desenvolver um sentimento de pertencimento e responsabilidade sobre os recursos hídricos, visto que o desafio que foi colocado era a manutenção e sobrevivência da fauna presente no aquário, um ecossistema artificial. Esta atividade objetivou também ampliar a temática dos recursos hídricos para a comunidade escolar, envolvendo os demais estudantes da escola, professores, funcionários e pais ou responsáveis. Antes da montagem do aquário na escola, os estudantes participantes do projeto se prepararam, participando de vivências educacionais e ambientais no *Aquarium* da UCS (Figura 3). As atividades realizadas tiveram como objetivo introduzir a temática aos estudantes, ao mesmo tempo em que orientou sobre montagem de um aquário e sua manutenção. A sequência didática no *Aquarium* se pautou nos seguintes aspectos:

- a) importância;
- b) montagem;
- c) equipamentos necessários;
- d) compatibilidade de peixes;
- e) a alimentação;
- f) outras particularidades.

No *Aquarium* os participantes foram divididos em duplas e realizaram um circuito envolvendo atividades como: conhecer para preservar, através de quebra-cabeça. Participaram de exposição oral sobre a importância do espaço do Museu de Ciências Naturais da UCS, além da necessidade de preservar a água. Também observaram imagens e exemplares conservados de seres vivos, parâmetros físico-químicos da água, mitos e verdades sobre os peixes do *Aquarium* e dos ecossistemas aquáticos em geral. Descreveram a montagem e a manutenção de um ecossistema artificial de água doce, a oxigenação da água e compararam com as atividades no arroio sendo, dentre elas, impactos ambientais e seres encontrados no ambiente natural. Após o término das atividades, foi realizada a socialização dos resultados e a comparação com as observações do arroio, realizadas na atividade 1.

Alguns dias depois foi realizada a montagem do aquário na escola seguindo as orientações recebidas no *Aquarium*. Os estudantes realizaram os testes para verificar o pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e cloro, uma vez por semana até os parâmetros analisados se manterem estabilizados, em condições adequadas para que os peixes fossem inseridos no aquário. Os estudantes realizaram ainda pesquisa sobre a variedade e quantidade

de seres vivos compatíveis para o meio, selecionando quatro espécies de peixes e uma espécie de molusco que foram introduzidas no aquário:

- a) peixe plati: *Xiphophorus maculatus*
- b) peixe espada: *Xiphophorus helleri*
- c) peixe guppy: *Poecilia reticulata*
- d) peixe cascudo: *Ancistrus*
- e) caracol aruá do banhado: *Pomacea canaliculata*



**Figura 3- Vivência dos estudantes no Aquarium da UCS - abril/2015**

**Atividade 4 – Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca:** com vistas a possibilitar uma reflexão sobre a qualidade da água bem como sobre os parâmetros determinados e as suas relações, os estudantes participaram de uma atividade de monitoramento da qualidade da água do Arroio Pena Branca. As atividades de campo ocorreram no ponto 2 do Arroio Pena Branca (Figura 4), em épocas distintas do ano, em dezembro de 2014, em abril de 2015, em julho de 2015 e em setembro de 2015. A justificativa para as coletas serem feitas em épocas diferentes se deve à influência da variação climática sobre os parâmetros físicos, químicos e biológicos que indicam a qualidade da água de rios e córregos. As coletas das amostras de água foram realizadas pelos estudantes, com apoio dos dois professores da escola e dos técnicos do ISAM/UCS, seguindo o estabelecido na NBR 9.897/1987 (ABNT,1987a) e 9.898/1987 (ABNT, 1987b). Posteriormente, estas amostras foram conservadas a 4°C e encaminhadas para o Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais (LAPAM) do CCET da UCS. Os parâmetros analisados em laboratório foram:

- a) coliformes termotolerantes;
- b) demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- c) demanda química de oxigênio (DQO);
- d) fósforo total;
- e) nitrogênio total;
- f) sólidos totais.

A avaliação em campo foi feita utilizando-se sonda multiparâmetro da marca Horiba que aferiu os seguintes parâmetros:

- g) condutividade;
- h) potencial de oxirredução (ORP);
- i) oxigênio dissolvido;
- j) potencial hidrogeniônico (pH);
- k) sólidos dissolvidos totais;
- l) temperatura da amostra;
- m) turbidez.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que foram selecionados para estudo possibilitaram sua aplicação no IQA, índice desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (USA) e adaptado pela CETESB. O IQA é atualmente o principal índice para avaliação da qualidade da água no País, tendo sido desenvolvido com o intuito de avaliar a qualidade da água bruta a ser destinada para abastecimento público, após receber o tratamento necessário. Os resultados foram também utilizados para a instrumentalização da ferramenta IQA desenvolvida pelo ISAM/UCS, dentro do SIA. Os estudantes receberam os relatórios de ensaio dos parâmetros coletados em campo e realizados em laboratório, desenvolvendo habilidades de leitura e interpretação.



**Figura 4 - Coleta de amostras e análise da qualidade da água do Arroio Pena Branca - julho/2015**

**Atividade 5 – Coleta, triagem e identificação de macroinvertebrados aquáticos:** para a avaliação da qualidade da água do Arroio Pena Branca do ponto de vista biológico, foram utilizados os macroinvertebrados aquáticos. Para cada estação de coleta, estes bioindicadores foram coletados utilizando-se um amostrador tipo “puçá aquático” ou “frame dip-net” (malha 0.250 mm) e “amostrador Surber- Bento” (malha de 0.250 mm) para substratos formados por grandes cascalhos, em uma área amostral de 900cm<sup>2</sup>, durante três minutos. Cada área úmida foi representada por uma amostra quali-quantitativa, que constituiu uma varredura do substrato de fundo e da coluna d’água ao longo de seus diferentes microhabitats (folhiço retido em áreas de correnteza; folhiço retido em áreas de remanso ou folhiço de fundo; pedra com detritos vegetais aderidos e/ou perifíton e sedimento não consolidado). Desta forma, pretendeu-se percorrer os diferentes microhabitats, aumentando a probabilidade de se levantar o maior número possível de grupos em cada área úmida amostrada (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004). As amostras foram fixadas *in situ* com álcool a 70%, armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, onde foram lavadas por um jogo de peneiras de diferentes malhas, sendo a menor malha com tamanho de 0,5 mm. Os macroinvertebrados foram triados com o auxílio de dois estereomicroscópios (Figura 5) e acondicionados em tubetes de vidro com álcool 70% etiquetados. A classificação taxonômica foi realizada pelos estudantes e sob orientação de especialista da UCS, com o auxílio da lupa binocular, até o nível de ordem e baseada em bibliografia especializada (MERRIT; CUMMINS, 1984; FERNÁNDES; DOMÍNGUEZ, 2001; BOUCHARD JR., 2004; MERRIT, CUMMINS; BERG, 2008). Como resultado ocorreu a produção de uma coleção de macroinvertebrados, resultante das três coletas feitas nos meses de dezembro de 2014, abril de 2015 e setembro de 2015. A coleta de julho ficou prejudicada devido ao elevado índice pluviométrica do período, comprometendo a fixação destes seres no substrato.



**Figura 5- Triagem realizada na escola dos macroinvertebrados coletados no Arroio Pena Branca - julho/2015**

**Atividade 6 - Envolvimento da comunidade escolar:** algumas atividades foram estabelecidas, a fim de que os estudantes socializassem os conhecimentos adquiridos, buscando despertar o interesse pelas questões ambientais na comunidade escolar.

- f) nos meses de março de 2015 e novembro de 2015 foram realizadas, respectivamente, reuniões de apresentação e encerramento do trabalho para os professores e direção da escola feita pelos estudantes. Esta atividade teve por objetivo iniciar e encerrar a mobilização destes segmentos da comunidade escolar, apresentando os principais objetivos e resultados alcançados por meio do trabalho. Cabe salientar que todas as apresentações orais foram realizadas pelos estudantes, incluindo a elaboração de um vídeo, e acompanhadas pela equipe da UCS e os dois professores colaboradores da escola (Figura 6);



**Figura 6 - Apresentação inicial do projeto aos professores e direção da escola - março/2015**

- g) em abril de 2015 foi realizada uma visita técnica (Figura 7) com trinta e sete pessoas da escola, incluindo trinta e dois professores e direção e cinco dos estudantes participantes do projeto. Esta atividade teve o objetivo de capacitar os educadores e os estudantes na temática qualidade da água para que os mesmos pudessem ser replicadores do conhecimento, através do reconhecimento da situação dos recursos hídricos na cidade de Caxias do Sul. Desta forma objetivou-se também despertar o olhar da comunidade escolar para a necessidade de preservação do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos urbanos e os impactos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo e atividades antrópicas sob o regime quali-quantitativo destes. Esta atividade foi realizada em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) do Município de Caxias do Sul, que cedeu transporte e colaboradores. O trajeto percorrido na atividade incluiu duas Microbacias Hidrográficas do Município: do Arroio Pena Branca e do Arroio Tega. A primeira microbacia foi escolhida para o reconhecimento por parte da comunidade escolar, devido ao fato de constituir a unidade principal de estudo do projeto. Enquanto que a segunda microbacia foi escolhida por motivos históricos e por estar relacionada à evolução e ocupação do espaço do Município de Caxias do Sul, que se desenvolveu às margens do Arroio Tega. Ainda, de acordo com estudos de monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos urbanos de Caxias do Sul, realizado pelo ISAM/UCS, o Arroio Tega é um dos corpos hídricos do Município que apresenta condição de qualidade mais comprometida, devido principalmente ao lançamento irregular de esgoto doméstico, efluente industrial e poluição difusa causada pelo escoamento superficial e por arraste de contaminantes depositados e lixiviados no solo;



**Figura 7 – Visita técnica ao Arroio Tega com a direção e professores da escola – abril/2015**

- h) em agosto de 2015 os estudantes do turno da manhã, sob a orientação de seus professores, iniciaram a organização dos seus trabalhos para exposição na 1ª Feira de Ciências da escola (Figura 8). O tema geral da feira foi “Recursos Hídricos” e os estudantes de cada ano escolar desenvolveram seus trabalhos em torno de um tema específico conforme citado a seguir: 6º ano - A água, o solo e o ar; 7º ano - A água e os seres vivos; 8º ano - A água e o corpo humano; 9º ano – A água na Química e na Física. Os trabalhos foram avaliados por professores da UCS, havendo premiação de melhor trabalho para cada ano, ocorrendo a participação e divulgação do projeto para toda a comunidade escolar no dia da exposição. Os seis estudantes do projeto envolveram-se diretamente nas atividades orientando os colegas de outros anos e apresentando parte dos resultados do trabalho para a comunidade escolar;



**Figura 8 -1ª Feira de Ciências da E.M.E.F. Italo João Balen - agosto/2015**

- i) em outubro de 2015 os participantes realizaram uma apresentação de *slides* aos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental da EMEF Italo João Balen, a fim de explanar os conceitos aprendidos sobre o tema água, respeitando a faixa etária dos mesmos. Esta atividade foi solicitada pelos professores titulares de duas turmas do referido ano;
- j) em novembro de 2015 os participantes realizaram palestras aos demais estudantes dos anos finais da EMEF Italo João Balen, a fim de apresentar os resultados do trabalho e convidá-los a participar do Clube de Ciências da escola que seria instituído a partir do início do ano letivo de 2016, com o intuito de dar continuidade às atividades de Educação Ambiental, desenvolvendo habilidades científicas em outros estudantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da Atividade 1 determinou-se a Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca para a realização das atividades do projeto, visto que esta drena parte da área urbana do Município, incluindo a área da escola onde o projeto foi desenvolvido. No primeiro contato com o arroio os estudantes manifestaram um senso comum, resultado das observações imediatas feitas com base nas características físicas e sensoriais, bem como nos conceitos aprendidos na escola, resultado de sua formação básica. Os relatos dos participantes evidenciaram a importância da vivência junto ao arroio, pois ao final de todo o trabalho as percepções iniciais deram lugar a conceitos científicos e técnicos específicos, demonstrando a apropriação destes.

Com a montagem do aquário, o grupo passou a perceber as semelhanças e diferenças entre este e o arroio, comparando e discutindo a visão de cada um com relação a esses meios, desenvolvendo uma postura diferente com relação aos ecossistemas, tornando-se ativos nos processos de preservação ambiental. O aquarismo é uma atividade de lazer muito praticada no mundo. Por meio do aquário, o aquarista vivencia diariamente o contato com a natureza, observa e acompanha o desenvolvimento das diversas formas de vida em seu aquário. Além de ser considerado como uma atividade de lazer, o aquário é uma estratégia de ensino de pesquisa com grande potencial educacional. Segundo Ardel e Santos (2012), um aquário é um local inicialmente artificial, mas a partir dos primeiros dias depois de montado, vai desenvolvendo sua biologia e se transforma como se fosse um pedaço

de rio ou lago. E desta forma, os fenômenos ambientais e os processos físico-químicos de um ecossistema aquático são acompanhados para que haja estabilidade no ecossistema, gerando o seu equilíbrio e consequentemente a sobrevivência harmoniosa de todos os seres vivos que estão inseridos neste local, tais como bactérias, peixes, invertebrados e plantas.

Os resultados obtidos com as análises dos macroinvertebrados bentônicos apontaram que a qualidade das águas do arroio Pena Branca estava comprometida, visto que foram encontrados predominantemente grupos de macroinvertebrados tolerantes à poluição. Os macroinvertebrados coletados, pertencentes à ordem *Diptera - Chironomidae* possuem algumas espécies consideradas bioindicadoras de ecossistemas alterados. Os macroinvertebrados da ordem *Diptera* foram encontrados nas três amostras coletadas (verão, outono e primavera), na terceira coleta realizada, referente ao inverno, não foram identificados macroinvertebrados nas amostras. A ausência dos organismos nesta coleta pode ser justificada pelo fato de que a coleta foi realizada após um período de sete dias de chuva, o que causou o aumento significativo da vazão do arroio, favorecendo o desprendimento dos macroinvertebrados dos sedimentos. Ainda que tenham sido identificados apenas macroinvertebrados pertencentes à ordem *Diptera - Chironomidae*, os estudantes produziram uma coleção de referências para os macroinvertebrados encontrados, com todos os exemplares encontrados pela equipe.

Os estudantes receberam os relatórios de ensaio dos parâmetros coletados em campo e realizados em laboratório, desenvolvendo suas habilidades de leitura e interpretação dos mesmos, concluindo que os parâmetros físicos e químicos do arroio também não apresentavam boa classificação. Ao utilizar estes parâmetros na calculadora do Índice de Qualidade da Água (IQA), concluíram que o Arroio Pena Branca estava com suas águas poluídas, estando na classe de enquadramento 2 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). Os estudantes compreenderam em uma larga escala os fatores que contribuíram para a poluição deste arroio e as condições de sobrevivência dos seres presentes nele. Além disso, perceberam a importância da preservação e da não poluição de nossos rios para a manutenção da vida aquática.

Os resultados apontam sobre a possibilidade de estudantes do Ensino Fundamental realizar o monitoramento da qualidade da água em regiões urbanas, tanto com a análise da qualidade da água utilizando equipamentos de monitoramento e interpretação de laudos laboratoriais, quanto através da análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados encontrados na água, desenvolvendo habilidades científicas. Com os resultados obtidos no trabalho, pode-se afirmar que os estudantes de Ensino Fundamental compreenderam que organismos aquáticos, como macroinvertebrados, podem auxiliar na identificação das condições de qualidade da água de um recurso hídrico, além de desenvolver a habilidade de classificar as diferentes famílias de macroinvertebrados e relacioná-las à qualidade da água que elas indicam. Os participantes do projeto puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, de que maneira contribuíram para a poluição deste arroio, bem como a importância da preservação do meio ambiente.

## CONCLUSÕES

A realização de projetos de Educação Ambiental através da utilização de estratégias de aprendizagem significativas e ativas, como o monitoramento participativo da qualidade da água, apresenta-se eficiente na sensibilização ambiental dos estudantes. Isso porque o aluno aprende a observar as relações entre os elementos e fatores que compreendem o meio ambiente na prática, tornando este um multiplicador de conhecimento e um cidadão mais consciente sobre o seu papel de transformação na sociedade.

A analogia entre o aquário e o arroio tornou-se uma estratégia de ensino para aprendizagem significativa dos estudantes, pois facilitou a compreensão de alguns acontecimentos recorrentes aos dois meios. Durante o período da prática da atividade envolvendo o aquário observou-se a motivação e o interesse, não apenas dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar, inclusive visitantes da escola, despertando a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos ao aquário.

Durante o trabalho foram realizadas atividades de biomonitoramento no Arroio Pena Branca, utilizando-se macroinvertebrados aquáticos. Antes do projeto, os macroinvertebrados aquáticos eram um assunto totalmente desconhecido pelos estudantes, tornando-se uma das atividades mais apreciadas pelos mesmos. Após as vivências todos os estudantes passaram a reconhecer os macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água, atribuindo-lhes grande importância para a natureza.

Os relatos dos professores após a realização da atividade de campo nas duas Microbacias Hidrográficas do Município demonstraram preocupação e interesse pelas questões ambientais, sendo que muitos relataram a possibilidade da inter-relação entre os conteúdos abordados durante o ano letivo, em suas respectivas disciplinas, e as observações obtidas em campo. Neste contexto, entende-se que a estratégia de mobilização dos professores por meio de atividade de campo foi essencial para o despertar e o envolvimento deste segmento da comunidade escolar com o tema, inclusive com o interesse dos mesmos em vincular o que eles perceberam nesta atividade, aos estudos realizados em sala de aula.

Ainda com relação ao envolvimento da comunidade escolar no projeto, outro aspecto importante a ser destacado, consiste a realização da 1ª Feira de Ciências na escola. O desenvolvimento do projeto na escola despertou o interesse de mais professores e estudantes para a atuação na área científica, tendo início o processo de organização e planejamento de feiras de ciências para os próximos anos, e ainda, a formação de um clube de ciências por parte dos estudantes interessados. Os motivadores desta ideia foram os professores e estudantes envolvidos no projeto que atuaram como multiplicadores ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARDEL, V. F.; SANTOS, S. A. D dos. A aquariofilia como ferramenta de educação ambiental para conservação da biodiversidade. *Revista Monografia Ambientais, Santa Maria/RS*, v. 6, n. 6, p. 1238-1243, 2012.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987a.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987b.
4. BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M.; GALDEAN, N. *The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. Journal. Aquat. Ecos.*, v. 4, p. 51-59, 2000.
5. BOUCHARD JR. *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, St. Paul, University of Minnesota*, 2004.
6. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. In: \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. c2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pot/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: maio 2015.
7. BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Qualidade da água: padrões de potabilidade e controle da poluição: guia do profissional em treinamento: nível 2. Belo Horizonte: ReCESA, 2013.
8. CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre*, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.
9. FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Ed.). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán*. 2001.
10. MACHADO, J. F. Fazendo a Educação Ambiental na escola. In: BARBOSA, F.; GUERRA, C. Programa de Educação Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba: curso de formação de professores na área ambiental. Belo Horizonte: UFMG, ICB, 1996.
11. MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Co.* 2008.
12. MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 2. ed. Dubuque/Kendall: Hunt*. 1984.
13. SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. Comunicado Técnico Embrapa, 19: 1-7. 2004.
14. SECCO, M. M. F. V. O conceito de bacia hidrográfica como instrumento de Educação Ambiental: uma experiência na Escola Bosque de Belém/PA. Belém, PA: [s. n.], 1998.

## 6 RESULTADOS COMPLEMENTARES

Os resultados apontam sobre a possibilidade de estudantes de Ensino Fundamental realizar o monitoramento da qualidade da água em regiões urbanas, tanto com a análise da qualidade da água utilizando equipamentos de monitoramento e métodos laboratoriais, quanto através da análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados encontrados na água, desenvolvendo habilidades científicas.

Durante o período da prática da atividade envolvendo o aquário, observou-se a motivação e o interesse, não apenas dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar, inclusive visitantes da escola, despertando a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos ao aquário. Além disso, o aquário continua sendo monitorado pelos estudantes da EMEF Italo João Balen e servindo de espaço de interação entre um meio natural e um meio artificial, servindo como ferramenta de ensino para outras turmas.

Com relação ao envolvimento da comunidade escolar no trabalho, outro aspecto importante a ser destacado, consiste na realização da 1ª Feira de Ciências na escola no ano de 2015. O desenvolvimento do trabalho na escola despertou o interesse de outros professores e estudantes para a atuação na área científica, tendo início o processo de organização e planejamento de feiras de ciências para os próximos anos, e ainda, a formação de um clube de ciências por parte dos estudantes interessados. Os motivadores desta ideia são os professores e estudantes bolsistas envolvidos no trabalho que atuaram como multiplicadores ambientais.

Além disso, o desenvolvimento do jogo pedagógico sobre recursos hídricos pelos participantes continua sendo aprimorado por dois dos estudantes participantes da pesquisa, um deles cursando o Ensino Médio no Colégio Estadual Imigrante e o outro na Escola Estadual Técnica de Caxias do Sul (EETCS). Atualmente, estes estudantes são bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), estando vinculados ao ISAM da UCS, desenvolvendo a proposta de transformar o jogo “Trilha PICMEL” em uma ferramenta pedagógica tanto digital, quanto física a ser estendida a outros estudantes da educação básica para que também se apropriem de conceitos básicos sobre o tema meio ambiente, especialmente os recursos hídricos.

No ano de 2016 duas estudantes participantes concluíram o Ensino Fundamental e, ingressando no Ensino Médio a partir de 2017, também pretendem continuar na pesquisa como bolsistas do CNPq na UCS.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho, os estudantes estabeleceram inter-relações com os recursos naturais e os seres vivos, valorizando o meio ambiente. Também compreenderam melhor alguns termos e procedimentos usados no meio científico e a estrutura básica de funcionamento das ciências (MILLER, 2000). Ao interagir nas atividades propostas, puderam desenvolver uma postura frente às relações entre os seres humanos e os seres vivos relacionando-se de maneira diferente com os ecossistemas. Puderam compreender as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Estas habilidades foram desenvolvidas ao longo do período de execução, possibilitando aos estudantes desenvolverem, gradativamente, consciência quanto aos impactos ambientais que as ações antrópicas produzem sobre os recursos hídricos. As etapas de Alfabetização Científica apontadas por Miller (2000) e vivenciadas pelos participantes, tornaram evidentes as causas da poluição no ambiente natural, uma vez que puderam entender o papel da ciência e associar a dimensão conceitual à dimensão investigativa. Desta forma, perceberam o quanto o conhecimento e a iniciação científica são importantes para que se possa desempenhar um papel proativo na gestão ambiental, planejando mudanças próximas ou futuras que visam a não poluição do meio aquático. Essas vivências propiciaram o acesso aos valores, linguagens, símbolos, desencadeando o despertar da compreensão para os efeitos das ações humanas no meio ambiente e a reflexão sobre possíveis mudanças e métodos que podem ser utilizados para a preservação e conservação dos recursos naturais, em particular a água. A possibilidade da iniciação científica no Ensino Fundamental favoreceu para que estes estudantes pudessem compreender as consequências de algumas ações humanas sobre o ambiente. Ao constatar as consequências da falta de cuidado com os recursos hídricos, compreenderam que ações de minimização, reparo, ou mesmo a perspectiva de evitar estes impactos requer profissionais com formações específicas que lhe permitam realizar intervenções neste sentido.

Ao relacionar a Alfabetização Científica à resolução de problemas passíveis de solução e próximos da realidade, ocorre a construção da cidadania (MORAES, 2010). Ao investigar a qualidade da água do Arroio Pena Branca, os estudantes de Ensino Fundamental compreenderam que organismos aquáticos, como macroinvertebrados, podem auxiliar na

identificação das condições de qualidade da água de um recurso hídrico. Além disso, desenvolveram a habilidade de classificar as diferentes ordens de macroinvertebrados e relacioná-las à qualidade da água que elas indicam. Assim, compreenderam os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, bem como a importância da preservação do meio ambiente.

Ao dialogar com a realidade, os estudantes se aproximaram do conceito mais apropriado de pesquisa (DEMO, 2006). Esse diálogo crítico e criativo resultou no desenvolvimento de um jogo pedagógico em que os participantes demonstraram a construção e apropriação de conceitos, inicialmente sobre o tema recursos hídricos, mas expandindo para outras questões ambientais.

Com a montagem do aquário, o grupo passou a perceber as semelhanças e diferenças entre o mesmo e o arroio, vivenciando situações argumentativas, uma das etapas da Alfabetização Científica apontadas por Miller (2000). Comparando e discutindo a visão de cada um com relação a esses meios, desenvolveram uma postura diferente com relação aos ecossistemas, tornando-se ativos nos processos de preservação ambiental. A analogia entre o aquário e o arroio tornou-se uma estratégia de ensino para aprendizagem significativa dos estudantes, pois facilitou a compreensão de alguns acontecimentos recorrentes aos dois meios.

Os professores e estudantes participantes conheceram a iniciação científica, ensinando e aprendendo através da pesquisa (DEMO, 2006). Puderam estabelecer novas relações consigo mesmos, com seus pares, assumindo ora a situação de estudantes, ora a situação de professores, tornando sua aprendizagem significativa.

A meta da gestão ambiental é desenvolver e aplicar métodos, tanto em sistemas de produção, como em seus sistemas naturais, almejando uma relação sustentável entre o homem e o meio ambiente. O tema Educação Ambiental, Alfabetização Científica, Ensino pela Pesquisa e Recursos Hídricos vem contribuir nessa busca, no sentido de aproximar o estudante, o professor e a escola do seu entorno, do seu bairro, da sua cidade, tornando os envolvidos conscientes do meio natural existente no seu meio construído, no ecossistema urbano.

## 8 RECOMENDAÇÕES

Baseado nos resultados deste trabalho recomenda-se incorporar ao currículo dos Anos Finais do Ensino Fundamental, algumas ferramentas que possibilitem a compreensão das metodologias científicas e sua aplicabilidade em atividades de EA, utilizando-se como tema motivador os recursos hídricos:

- a) coleta de amostras e análise da qualidade da água em corpos hídricos.
- b) enquadramento das águas doces superficiais através da Resolução nº 357 do CONAMA.
- c) reconhecimento e identificação de macroinvertebrados bentônicos utilizados como bioindicadores da qualidade da água.
- d) realização de analogias entre um ecossistema natural e um ecossistema artificial de água doce.

Como continuidade da pesquisa, poderia ser feita uma análise detalhada do Caderno de Campo ou Diário de Bordo individual dos participantes, buscando analisar seus registros ao longo do processo e o entendimento do que é ciência. Além disso, poder-se-ia acompanhar a vida escolar destes estudantes nos anos subsequentes, observando seu processo de desenvolvimento na educação básica e talvez acadêmica, a fim de verificar a influência das vivências que tiveram no projeto sobre sua formação futura.

O foco do presente trabalho foi avaliar a efetividade da EA no desenvolvimento de habilidades científicas em estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental. Esse objetivo poderia ser estendido a outros estudantes e modalidades, respeitando-se sua faixa etária e desenvolvimento cognitivo. Essa nova aplicação possibilitaria a continuidade da pesquisa com público alvo diversificado. Segundo Fourez (1997), as três características principais para que um estudante possa ser considerado Alfabetizado Cientificamente são a autonomia, uma certa capacidade de comunicar e um relativo domínio e responsabilidade sobre uma situação concreta. “Uma pessoa que é capaz de representar situações específicas, poderá tomar decisões razoáveis e racionais contra uma série de situações problemas” (FOUREZ, 1997, p. 61).

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 9.897**: Informação e Documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro. 1987a.
- ABNT. **NBR 9.898**: Informação e Documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro. 1987b.
- BOUCHARD JR. **Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest**. Water Resources Center, St. Paul, University of Minnesota, 2004.
- BRANDÃO, C. R. (org.). **Repensando a Pesquisa Participante**. Brasiliense. São Paulo. 1999.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.433/97, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e dá outras providências. 1997. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: nov. 2014 e jul. 2015.
- \_\_\_\_\_. Lei Federal nº 9.795/99, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. 1999. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: nov. 2014 e jul. 2015.
- \_\_\_\_\_. Lei Federal nº 9984/2000. Criação da Agência Nacional das Águas. 2000. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: nov. 2014 e jul. 2015.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Propostas de Diretrizes da Educação Ambiental para o ensino formal – Resultado do II Encontro Nacional de representantes de EA das Secretarias Estaduais e Municipais (capitais) de Educação. 2001.
- \_\_\_\_\_. Constituição da República Federativa do Brasil, 19. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações. 2002.
- \_\_\_\_\_. ProNEA. Programa Nacional de Educação Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, 5. ed. Brasília. 2005.
- \_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pot/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: maio 2015.
- \_\_\_\_\_. Resolução nº 98/2009 do Conselho Nacional dos Recursos Hídricos. 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: nov. 2014 e jul. 2015.
- \_\_\_\_\_. Resolução nº 02, de 15 de junho de 2012. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. 2012. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-regulacao-e-supervisao-da-educacao-superior>>. Acesso em: nov. 2016.
- \_\_\_\_\_. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Qualidade da água**: padrões de potabilidade e controle da poluição: guia do profissional em treinamento: nível 2. Belo Horizonte: ReCESA, 2013.
- BRUSTOLIN, R. K. **A linguagem da educação ambiental e a construção da pertença planetária**. Caxias do Sul. Tese de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul. 2012.
- CALLISTO, M.; FRANÇA, J. Bioindicadores de Qualidade de Água: transmissão de metodologias para o ensino fundamental e médio. **Anais do 7º Encontro de Extensão da Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte (CD-Room). 2004.
- CETESB. **Histórico da legislação hídrica no Brasil**. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/8-2/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. 2006.
- COSTA, M. de F. B. da; MONTEIRO, S. C. F.; COSTA, M. A. F. da. Projeto de Educação Ambiental no Ensino Fundamental: bases para práticas pedagógicas. **Rev. eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, v. 21, jul./dez. 2008.
- DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico educativo.** São Paulo: Cortez. 2006.
- \_\_\_\_\_. **Educar pela pesquisa.** Campinas: Editora Autores Associados. 1996.
- \_\_\_\_\_. **Metodologia Científica em Ciências Sociais.** 3. ed. São Paulo: Atlas. 1995.
- DIAS, C. A. **Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas.** Dissertação em Ciência da Informação. Universidade de Brasília. DF. 2000.
- FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Ed.). **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos.** Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán. 2001.
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias.** Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue, 1997.
- LARANJEIRAS, C. C. **Um ensino de ciências sem ciências: um simulacro de educação científica.** Artigo extraído do Jornal da Ciência por e-mail no. 3980, de 31 de Março de 2010. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=69992>>. Acesso em: out. 2015.
- LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. In: **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XVII, n. 1, p. 23-40, jan.-mar. 2014.
- LOURINHO, L. A. **Educação na cidade de Fortaleza: diagnóstico e realidade.** Prefeitura Municipal de Fortaleza. CE. 2007.
- MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. G. **De máquina e seres vivos: autopoiese – a organização do vivo.** Porto Alegre: Artes Médicas. 1997.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Co. 2008.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** 2. ed. Dubuque/Kendall: Hunt. 1984.
- MILLER, Steve. Public understanding of science at the crossroads. In: **Science communication, education, and the history of science: Londres.** 2000.
- MLYNARZ, R. B.; MONTENEGRO, L. Promoção de diálogos para a Educação Ambiental e cidadania pelas águas: o desafio do desenho metodológico. In: PAULA JÚNIOR, F. de; MODAELLI, S. (org.). **Política de Águas e Educação Ambiental: processos dialógicos e formativos em planejamento e recursos hídricos.** / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília: MMA. 2011.
- MORAES, J. V. **A alfabetização científica, a resolução de problemas e o exercício da cidadania: uma proposta para o ensino de Geografia.** Tese apresentada a USP – Faculdade de Educação. 2010.
- PÁDUA, J. A. Natureza e projeto nacional: o nascimento do ambientalismo brasileiro. In: SVIRSKY, R.; CAPOBIANCO, J. P. **O ambientalismo no Brasil: passado, presente e futuro.** São Paulo: ISA/SMA/SP. 1997.
- PICCOLI, A. S.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C.; ASSUMPÇÃO, R. F. A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água. In: **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n.3, pp.797-808. ISSN 1413-8123. 2016. Disponível:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141381232016000300797&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141381232016000300797&script=sci_abstract&tlng=pt)> Acesso em abr. 2017.

- REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo, Brasiliense, 2001.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. Faculdade de Educação. USP. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, pp. 59-77. 2011.
- SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes de educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, Reimpressão, 2008.
- \_\_\_\_\_. Viver juntos em nossa Terra: Desafios contemporâneos da educação ambiental. In: **Revista Contrapontos – Eletrônica**, v. 16 - n. 2 - Itajaí, 291 ISSN: 1984-7114, mai-ago 2016.
- SECCO, M. F. F. V. **O Conceito de Bacia Hidrográfica como Instrumento de Educação Ambiental: uma experiência na Escola Bosque de Belém/PA**. Departamento de Museologia (DMU)/Serviço de Educação e Extensão Cultural (SEC)/Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). 1998.
- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos**. Comunicado Técnico Embrapa, 19: 1-7. 2004.
- SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica. 2003.  
Disponível em:  
<[https://oportuguesdobrasil.files.wordpress.com/2015/02/4soares\\_letramento.pdf](https://oportuguesdobrasil.files.wordpress.com/2015/02/4soares_letramento.pdf)>  
Acesso em: nov. de 2016.
- SOUZA, M. A. A. **Reuso de Água**. Programa de Educação Continuada em Tecnologia Apropriada e Saneamento para Professores Universitários. Original Reprográfico. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Organización Pan-Americana de Saúde (OPS), 1997. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000156&pid=S2177-7055201300020000800024&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000156&pid=S2177-7055201300020000800024&lng=en)> Acesso em: abr. de 2017.
- TUNDISI, J. G.; SCHIEL, D. A bacia hidrográfica como laboratório experimental para o ensino de Ciências, Geografia e Educação Ambiental, 2002. In: SCHIEL, D.; MASCARENHAS, S.; VALEIRAS, N.; SANTOS, SAM. (org.). **O estudo de bacias hidrográficas, uma estratégia para educação ambiental**. São Carlos: Rima. p. 12-17.
- UNGER, N. M. **Da foz à nascente: o recado do rio**. São Paulo. Cortez. 2001.
- VEIGA, B. G. A.; MALAFAIA, G.; CASTRO, A. L. S. Educação ambiental e a gestão dos recursos hídricos: subsídios para uma reflexão integrada. In: **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, 2013. Disponível em:  
<<http://siaiap32.univali.br/seer/index.php/bjast/index>> Acesso em: nov. 2016.
- VENDRUSCOLO, G. S.; CONFORTIN, A. C.; MANICA, K.; ARESI, D. Concepção e práticas de professores sobre Educação Ambiental em escolas públicas. In: **Rev. Eletrônica Mestrado Educação Ambiental**. E-ISSN 1517-1256, v. 30, n. 2, p. 49- 63, jul./dez. 2013.
- VIECHENESKI, J. P.; CARLETTI, M. R. Iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, pp. 525-543, 2013.
- WALS, A. E. J.; BRODY, M.; DILLON, J.; STEVENSON, R. B. Convergence Between Science and Environmental Education. In: **Science**, v. 344, pp. 583-584, 09 maio 2014. Disponível em <<http://science.sciencemag.org/content/344/6184/583.full>>. Acesso em: nov. 2016.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE A**  
**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO**

**Título da Pesquisa:** Educação Ambiental e Iniciação Científica no Ensino Fundamental

**Pesquisador Responsável:** Anarisa Fátima Carminatti

**Orientador Pesquisador Responsável:** Vania Elisabete Schneider

**Endereço para Contato:** e-mail: [anarisacarminatti@hotmail.com](mailto:anarisacarminatti@hotmail.com)

[vesenei@ucs.br](mailto:vesenei@ucs.br)

Telefones: (54) 3222 8878 (54) 991843067

(54) 3218 2507 (54) 981545661

O projeto de pesquisa, que se desenvolverá no ano de 2015, pretende analisar a influência da Educação Ambiental escolar no despertar da vocação científica em estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública. Esse estudo torna-se relevante devido às mudanças que a humanidade vivencia com relação aos seus modelos econômicos e a sustentabilidade destes, e da própria relação homem-natureza, apontando para uma posição cada vez mais importante da educação ambiental nos espaços de educação formal. Por ser a escola o lugar de educar, pode constituir aprendizagens e, conseqüentemente, mudanças de atitudes em pessoas jovens, uma vez que a aplicação de conceitos de respeito ao meio ambiente no cotidiano é a demonstração que a aprendizagem se tornou significativa.

Para realizar esse estudo, trabalhar-se-á com estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental, a saber, duas alunas do sétimo ano (turma 73), duas alunas do oitavo ano (turma 81) e dois alunos do nono ano (turma 92) da Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen do município de Caxias do Sul.

A pesquisa será efetivada através de grupos focais, que são grupos de entrevistas, dos quais participarão os seis alunos dos referidos anos. Essas conversas em grupos focais serão gravadas em áudio e vídeo. O trabalho será gravado por meio de gravação de áudio/vídeo/digital, utilizando-se, para isso, uma filmadora com microfone adaptado para gravação digital e uma câmera fotográfica para o registro fotográfico digital. As gravações serão utilizadas apenas para essa pesquisa. Serão armazenadas durante três anos a contar da data da conclusão do mestrado na residência da pesquisadora.

Antes de iniciar os grupos focais, todos os seis alunos das turmas 73, 81 e 92 responderão um questionário com questões de caracterização relativas à idade e ano, e questões abertas sobre recursos hídricos, a fim de sondarmos seus conhecimentos e impressões prévias sobre o assunto. O envolvimento dos alunos consistirá em participar de entrevista no grupo focal, manifestando sua opinião sobre suas vivências no projeto, de acordo com um roteiro apresentado pela pesquisadora. Esse roteiro se constitui de questões sobre as vivências escolares que tiveram durante a execução do projeto e a influência destas sobre o seu despertar para a vocação científica, bem como sua relação com a natureza antes e depois do projeto e a forma como constituiu sua preocupação com o meio ambiente ao longo do mesmo.

Após, as falas serão transcritas e analisadas pela pesquisadora, analisando-se a influência da educação ambiental escolar no despertar da iniciação científica de estudantes do Ensino Fundamental de escola pública. Esse projeto, que pretende contribuir para qualificar o ensino da Educação Ambiental nas escolas brasileiras, é desenvolvido pela professora pesquisadora Anarisa Fátima Carminatti e pela professora orientadora Vania Elisabete Schneider. O estudo não tem fins lucrativos e é uma parceria entre a Universidade de Caxias do Sul e a E.M.E.F. Italo João Balen, tendo como órgãos financiadores a CAPES e a FAPERGS.

NOME DA ESCOLA:

ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL ITALO JOÃO BALEN

Caxias do Sul, 26 de novembro de 2014.

---

Nome legível do aluno/responsável participante

---

Assinatura do aluno/responsável participante

---

Anarisa Fátima Carminatti – Pesquisadora responsável

## APÊNDICE B

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
**ATIVIDADE DE CONSCIENTIZAÇÃO QUANTO AOS IMPACTOS AMBIENTAIS**  
**SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS**

Roteiro para a sensibilização dos estudantes		DATA: 05.12.2014
HORÁRIO	ATIVIDADE	MATERIAIS
08h00min	Chegada à escola	-
08h15min	Apresentação da equipe da UCS e do projeto	-
08h30min	Atividade 1 - quebra-gelo	Nomes e crachás
08h45min	Atividade 2 - áudio do rio	<i>Notebook</i> e filmadora
09h00min	Orientação para atividade de campo	-
09h15min	Deslocamento ao Ponto 1	Carros
09h25min	Atividade 3 - Registro fotográfico do ponto 1 feito pelos estudantes	<i>Smartphones</i> e câmeras digitais
09h35min	Atividade 4 - Coleta de água e macroinvertebrados no ponto 1	Pantaneiras, luvas, caixa de coleta, sonda horiba, álcool, água destilada, equipamentos para macroinvertebrados
10h35min	Deslocamento ao Ponto 2	Carros
10h55min	Atividade 5 - Registro fotográfico do ponto 2 feito pelos estudantes	<i>Smartphones</i> e câmeras digitais
11h05min	Atividade 6 – Registro fotográfico e filmagem dos estudantes nos pontos 1 e 2 do arroio	Câmera digital e filmadora
11h30min	Retorno à escola	Carros

### Descrição das atividades

**Atividade 1 - quebra-gelo:** anunciamos que todos os estudantes deverão se apresentar, dizendo seu nome, sua idade, sua série e o motivo que os levou a fazer parte do projeto. Solicitamos que todos prestem atenção na apresentação dos colegas. Para facilitar, o instrutor poderá escrever o nome do estudante, na ordem de apresentação, no quadro. Após isto, todos ganharão crachás com o seu nome.

**Atividade 2 – áudio do rio:** esta atividade consiste na identificação da pré-percepção dos estudantes a respeito dos recursos hídricos. A atividade inicia, efetivamente, com os sons da natureza, sendo o mais proeminente o som de um rio. O instrutor conduz a conversa e, por

meio de perguntas, identifica a percepção que os estudantes possuem dos recursos hídricos. São perguntas-chave a esta atividade:

- *Que som é este?*
- *Que tipo de água está correndo, de torneira?*
- *Este som é agradável a vocês? Por quê?*
- *Como vocês imaginam que seja este lugar?*
- *E a água, é limpa?*
- *Vocês sentem vontade de entrar na água?*

Outras perguntas podem ser formuladas, à medida que a conversa vai tomando rumos diferentes. É imprescindível que esta atividade seja filmada, contudo, os estudantes não deverão perceber.

**Orientação para a atividade de campo:** a orientação da atividade de campo, como o próprio nome já diz, tem por objetivo informar os estudantes acerca das atividades que serão realizadas a partir de então, bem como o comportamento esperado, visando segurança e melhor aproveitamento.

**Atividade 3 – registro fotográfico do ponto 1:** os estudantes serão instigados a observar o meio, evitando a comunicação com os demais membros do grupo, e fotografar, por meio de *smartphones* e câmeras digitais, os pontos que lhes forem mais relevantes. Esta atividade tem por objetivo identificar quais aspectos da visita técnica mais impactaram, na visão do estudante, de forma a conduzir o curso a melhores resultados de aprendizagem.

**Atividade 4 – coleta de água e macroinvertebrados:** tem por objetivo instruir e instrumentalizar a avaliação da qualidade da água, utilizando frascos para coleta e sonda multiparâmetro. Após será feita a instrução e instrumentalização de macroinvertebrados.

**Atividade 5 - registro fotográfico do ponto 2:** esta atividade objetiva confrontar a realidade vivenciada na atividade 3, onde a cidade desenvolveu-se ao redor do recurso hídrico, e um local onde suas margens encontram-se melhor preservadas. Nesta etapa, repetir-se-á a atividade da fotografia, buscando compará-la ao primeiro ponto. A seguir, o instrutor deverá conduzir os estudantes a confrontar as realidades vivenciadas, buscando identificar as suas principais diferenças.

**Atividade 6 - registro dos estudantes nos pontos 1 e 2 do arroio:** esta atividade consiste em registrar por meio de filmagem e fotografias, o contato dos estudantes com o arroio e com os equipamentos de coleta e avaliação da qualidade da água.

## APÊNDICE C

### UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS INSTITUTO DE SANEAMENTO AMBIENTAL AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INICIAL

Abaixo estão listadas algumas afirmativas sobre questões ambientais e a aprendizagem na escola. Por gentileza, responda se você “concorda plenamente”, “concorda mais ou menos” ou “discorda” das afirmativas.

#### QUESTÕES AMBIENTAIS

	<b>Concordo plenamente</b>	<b>Concordo mais ou menos</b>	<b>Discordo</b>
Meio Ambiente é a interação entre os seres vivos e destes com o ambiente, de modo que um ser depende do outro e de diversos fatores ambientais para a sua sobrevivência.			
O tema meio ambiente é de grande importância para a sociedade.			
Ações de educação ambiental são mais bem compreendidas quando a teoria é aplicada na prática.			

#### APRENDIZAGEM NA ESCOLA

(continua)

	<b>Concordo plenamente</b>	<b>Concorda mais ou menos</b>	<b>Discorda</b>
Nas aulas, os professores utilizam com maior frequência o quadro-negro para explicar e trabalhar os conteúdos.			
Para explicar os conteúdos, nas aulas, os professores utilizam diversas estratégias, como datashow, cartazes, filmes, aulas práticas, saídas a campo.			
O tema educação ambiental é desenvolvido em sala de aula pelos professores.			
A partir dos assuntos vistos em sala de aula sobre o meio ambiente, ocorre uma conscientização da necessidade de preservar o mesmo.			

(conclusão)

	<b>Concordo plenamente</b>	<b>Concorda mais ou menos</b>	<b>Discorda</b>
O tema água é desenvolvido pelos professores na escola.			
É importante que os professores desenvolvam em sala de aula o tema água, para que os estudantes se tornem cidadãos responsáveis e comprometidos com o meio ambiente.			
Por meio da montagem e manutenção de um aquário em sala de aula, seria possível adquirir novos conhecimentos e se conscientizar sobre a preservação do meio ambiente.			
Se a atividade de aquarismo fosse desenvolvida na escola, os estudantes juntamente com os professores seriam os construtores do aquário e auxiliariam na manutenção e equilíbrio dele.			

## APÊNDICE D

### UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS INSTITUTO DE SANEAMENTO AMBIENTAL

#### Roteiro de aprendizagem: UCS *AQUARIUM*: CONHECER PARA PRESERVAR

Conhecendo o *Aquarium*... montem o quebra-cabeça e descubram a importância deste espaço do Museu de Ciências Naturais da UCS. Após a montagem, citem três palavras-chaves que definem este espaço.

.....

.....



#### **Vamos refletir?**

**CONSIDERANDO O QUE VOCÊ VIU NO QUEBRA-CABEÇA, POR QUE HÁ  
NECESSIDADE DE SE PRESERVAR OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS?**

**RESPONDA NO ESPAÇO DISPONÍVEL ABAIXO.**

.....

.....

.....

.....

No Reino Animalia, a Classe dos Peixes é dividida em peixes ósseos e cartilagosos. Observem as imagens e os exemplares de peixes que estão disponíveis e diferenciem peixes ósseos de cartilagosos.

<b>Peixes ósseos</b>	<b>Peixes cartilagosos</b>
<i>Principais características:</i> ..... ..... ..... .....	<i>Principais características:</i> ..... ..... ..... .....





### Vamos refletir?

**NO ARROIO ONDE REALIZAMOS AS COLETAS DO PROJETO (ARROIO PENA BRANCA, CAXIAS DO SUL), COMO OCORRE A OXIGENAÇÃO DA ÁGUA?  
RESPONDA NO ESPAÇO DISPONÍVEL ABAIXO.**

.....

.....

.....



**MANANCIAIS** são corpos d'água, superficiais ou subterrâneos, fontes de água para utilização em diversos fins como, por exemplo, o abastecimento para consumo humano.

Os **MANANCIAIS SUPERFICIAIS** são constituídos pelos corpos d'água que ocorrem na superfície terrestre.

*Exemplos:* rios, riachos, córregos, lagos, represas, etc.

5 Com base nas definições acima, explique de que forma os diversos mananciais podem ser negativamente impactados pelas atividades humanas:

.....

.....

.....

6 No Arroio Pena Branca, quais impactos ambientais pudemos observar?

.....

.....

.....

.....

7 Durante nossas atividades em campo no Arroio Pena Branca, quais seres vivos identificamos associados ao ecossistema? Quais não identificamos e você imagina ocorrer?

.....

.....

.....

.....

.....

8 Para que haja equilíbrio em um ecossistema aquático, seus parâmetros físico-químicos precisam estar de acordo:

<b>Ph</b>	
Verifiquem como estão os parâmetros das amostras de água (conforme escala de cores):	
<b>Amostra A:</b> .....	<b>Amostra B:</b> .....
O que o parâmetro pH significa em uma amostra d'água?	
.....	
.....	
.....	
.....	

<b>Amônia e Nitrito</b>	
Verifiquem a presença de amônia e nitrito na amostra de água (conforme escala de cores):	
<b>Amônia</b>	<b>Nitrito</b>
<b>Amostra C:</b> .....	<b>Amostra C:</b> .....
Que influência a amônia e o nitrito têm no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos?	
.....	
.....	
.....	
.....	

Em um ecossistema de água doce, a amônia e o nitrito são resultados de quais fatores?

.....

.....

.....

.....

### 9 Caça-palavras... *Água*...

9.1 Os recursos hídricos são responsáveis pela oferta de água para os mais variados usos (abastecimento público, dessedentação animal, irrigação, atividades industriais, dentre outras). Os cursos d'água, tanto superficiais quanto subterrâneos, que são responsáveis por suprir estas demandas, podem ser denominados .....

9.2 Conforme você já estudou, o ciclo hidrológico envolve diversas etapas. Cite ao menos três.

9.3 Durante o ciclo hidrológico, na fase de precipitação a água cai da atmosfera sob a superfície da Terra por meio da chuva, neve ou geada. O escoamento ..... consiste no deslocamento da água precipitada que não infiltrou no solo e não retornou à atmosfera na forma de vapor.

9.4 O ..... refere-se ao acúmulo de sedimentos nos cursos d'água, ocasionando a redução da profundidade do canal e conseqüente redução do volume de água escoada. Este processo pode acentuar a ocorrência de inundações, além de comprometer a qualidade da água.

9.5 Os fatores ..... são aqueles ocasionados pela presença de seres vivos ou suas relações.

9.6 São fatores ..... : a água, o solo e os demais componentes da biosfera que não possuem vida.

9.7 São considerados alguns exemplos de poluentes da água: ..... doméstico e ..... agrícola.

9.8 Alguns usos dados as águas: abastecimento ....., abastecimento industrial, .....

9.9 São alguns dos testes realizados para verificação dos parâmetros físico-químicos da água: pH, ..... e .....

9.10..... é vida. Pequenas ações no dia a dia contribuem para evitar o desperdício. ...., utilize a água com consciência.

E	V	A	P	O	R	A	Ç	A	O	V	F
T	R	B	E	A	N	S	L	I	P	A	C
A	M	I	T	S	N	I	A	L	R	S	S
B	I	O	N	I	G	L	I	T	E	S	R
A	D	T	A	N	F	O	R	O	C	O	I
S	I	I	Z	B	R	L	T	T	I	R	Ç
O	N	C	I	U	I	Z	S	O	P	E	S
C	F	O	L	Z	C	O	U	Y	I	A	I
O	I	S	I	N	A	G	D	U	T	M	A
C	L	N	T	R	I	O	N	I	A	E	I
I	T	E	R	E	E	T	I	I	Ç	N	C
L	R	E	E	G	O	Z	R	T	A	T	N
B	A	S	F	A	U	G	A	I	O	O	A
U	Ç	D	O	E	N	C	T	L	T	B	N
P	A	N	B	I	O	T	I	C	O	S	A
C	O	I	C	O	T	I	R	T	I	N	M
D	L	A	I	C	I	F	R	E	P	U	S
D	A	A	G	A	M	O	N	I	A	S	P
C	O	L	A	B	O	R	E	S	O	L	W

## APÊNDICE E



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
 MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS  
 INSTITUTO DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
 PROJETO PICMEL 2015 – O AQUÁRIO NA ESCOLA

Monitoramento – Aquário

Meses	Data	Temperatura	pH	Amônia	Nitrito	Oxigênio dissolvido	Troca da água
Maio							
Junho							
Julho							
Agosto							
Setembro							
Outubro							
Novembro							
Dezembro							



## APÊNDICE F

UCS – Universidade de Caxias do Sul  
CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia  
Mestrado Profissional em Engenharia e Ciências Ambientais

**Dados de Identificação**

ESCOLA	
NOME	
ANO DO EF	
DATA	

**Questionário inicial sobre o assunto meio ambiente****1. O Rio como Ecossistema**

a) Descreva como você via o rio:

- Antes de fazer a atividade:

--

- Depois de ouvir o áudio e ver o vídeo, no nosso primeiro encontro:

--

- Como você vê o rio hoje:

b) Quais animais você imaginava estarem presentes num rio, antes da nossa atividade de campo?

c) O que você sentiu em relação aos animais coletados em campo?

d) A que distância está a sua casa do rio que visitamos?

## **2. A substância água**

a) Como você definiria a substância água?

b) Quando e onde você já ouviu falar dela ou estudou sobre ela?

c) Que usos podemos dar à água?

d) Você sabe como está a qualidade da água que você bebe?

e) E como estaria a qualidade da água do rio que visitamos?

f) Você sabe de onde vem a água que você consome?

( ) Não ( ) Sim. De onde? -

---

---

**3. Impactos das ações humanas sobre a água/rios**

a) Que impactos você percebeu/percebe sobre os rios, resultantes das nossas atividades do dia a dia?

b) Qual a sua contribuição direta ou indireta sobre o rio que visitamos?

**4. A bacia hidrográfica**

a) Você sabe o que é uma bacia hidrográfica? ( ) Não ( ) Sim. Comente:

---

---

---

b) Você sabe em qual bacia hidrográfica está localizada sua escola e sua casa?  
( ) Não ( ) Sim. Qual?

---

**5. Saneamento Ambiental**

a) Você sabe o que significa saneamento? ( ) Não ( ) Sim. Descreva:

---

---

---

---

b) Existem medidas/obras/estruturas de saneamento instaladas no rio que visitamos?

( ) Não ( ) Sim.

Quais? \_\_\_\_\_

---

---

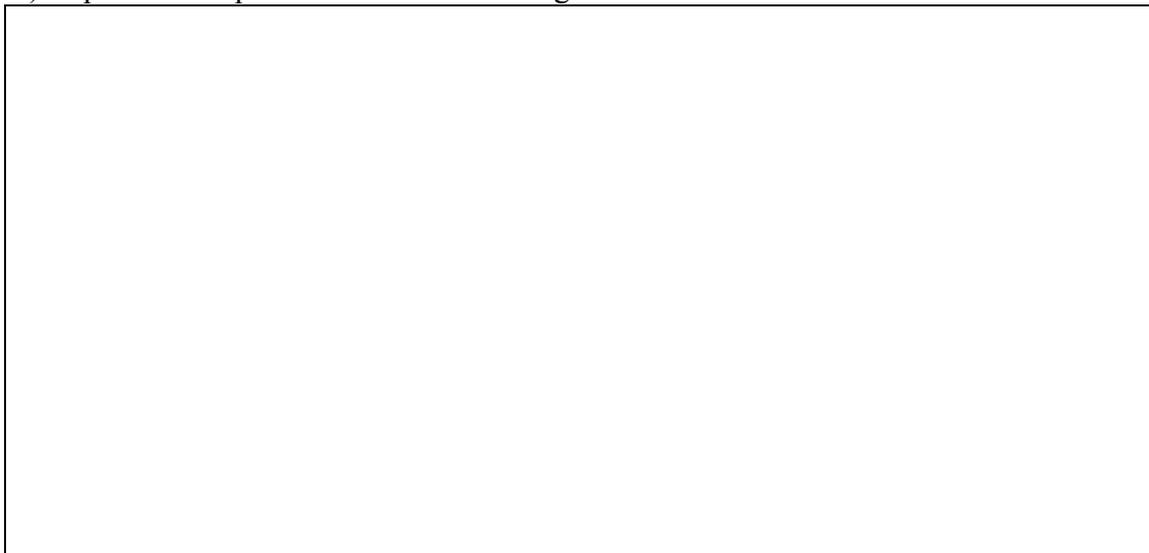
c) Você sabe para onde vão os resíduos (lixo) gerados em sua casa? ( ) Não ( ) Sim  
Onde? \_\_\_\_\_

E os esgotos? ( ) Não ( ) Sim.

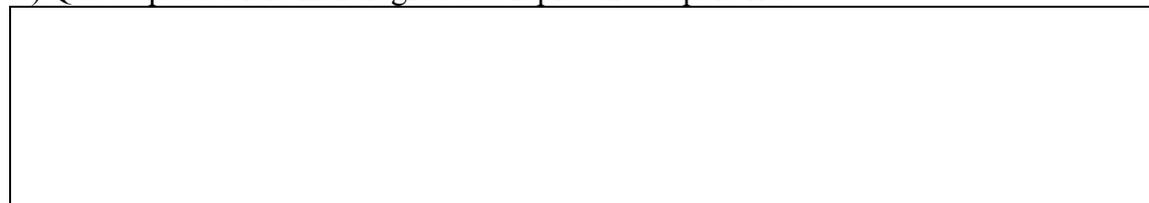
Onde? \_\_\_\_\_

## 6. Ciclo hidrológico/ ciclo da água

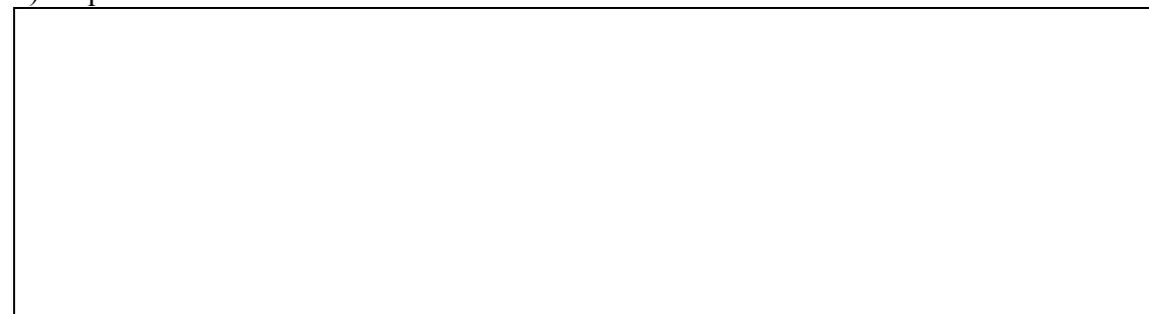
a) Represente/esquematize o ciclo hidrológico:



b) Que etapa do ciclo hidrológico está representada pelo rio?



c) O que o rio tem a ver com a chuva?



d) Se não chover, o rio vai estar lá? Por quê?

e) Você está acompanhando as notícias sobre a falta de água em São Paulo?

Não       Sim

Por que isso está ocorrendo?

---

---

---

### 7. Macroinvertebrados Aquáticos

a) Você já tinha ouvido falar de macroinvertebrados aquáticos antes das nossas práticas?

Não       Sim

b) Como você os vê hoje?

c) Dos animais encontrados, você já conhecia algum?  Não       Sim

Qual(is)?

---

d) Qual (is) dele (s) você saberia identificar?

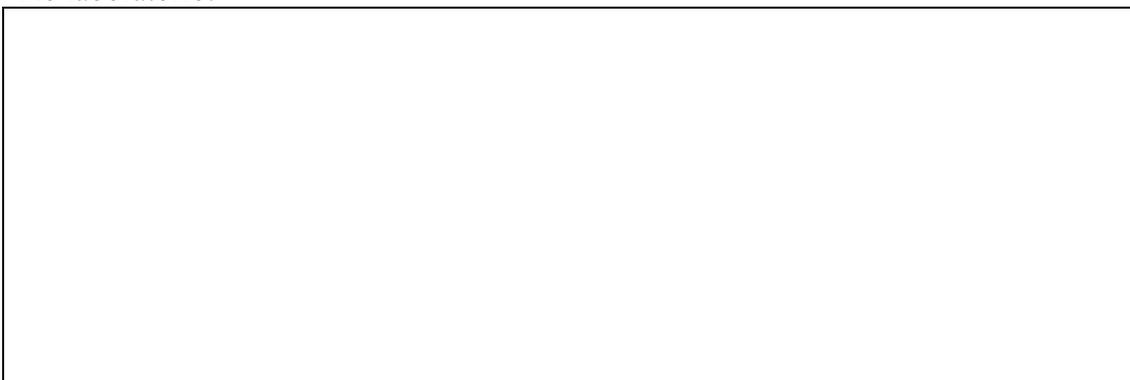
**8. Qualidade da água**

a) Como podemos avaliar a qualidade da água?

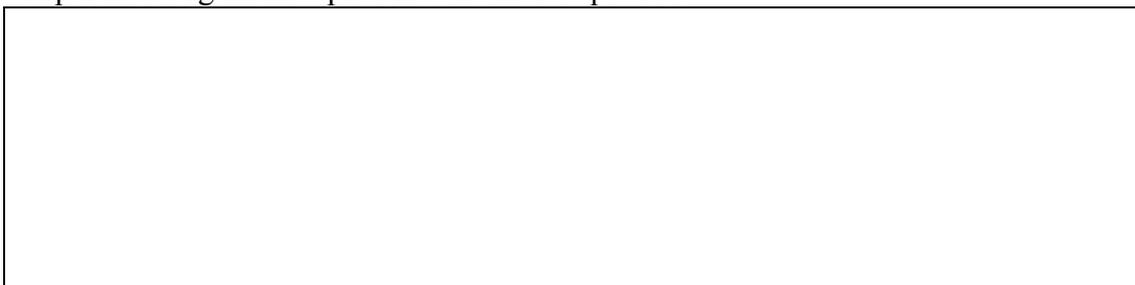
-Em campo:



- No laboratório:



- A partir de organismos presentes no meio aquático:



**9. Expectativas quanto ao projeto**

a) Quais suas expectativas com a participação neste projeto?

Não  Sim. Comente:

b) Como seus pais veem a sua participação? Você é incentivado por eles?

c) Você é incentivado pela escola e pelos professores a participar do projeto?

Não  Sim . Comente:

d) Qual (is) dificuldade (s) você encontra ou poderá encontrar para a participação no projeto?

e) Como você pretende utilizar o recurso da sua bolsa mensal?

f) Como você se sente em relação ao que foi feito no projeto até agora?

g) Pretende continuar até o fim?

Sim  Não. Porquê?

h) O que você gostaria de aprofundar como conhecimento durante o projeto?

i) Como você avalia:

- A coordenação do projeto:

---

---

- O envolvimento dos professores responsáveis pelo projeto na escola:

---

---

- Os professores e técnicos do ISAM/UCS:

---

---

---

**APÊNDICE G**

**UCS – Universidade de Caxias do Sul**  
**CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia**  
**Mestrado Profissional em Engenharia e Ciências Ambientais**

**Dados de Identificação**

ESCOLA	
NOME	
ANO DO EF	
DATA	

**Questionário final sobre o assunto meio ambiente****1.O Rio como Ecossistema**

a) Descreva como você via o rio:

- Antes de participar do projeto:

--

- Depois de participar do projeto:

--

- Como você vê o rio hoje:

b) Quais animais você imaginava estarem presentes num rio, antes de participar do projeto?

c) O que você sentiu em relação aos animais coletados em campo?

d) A que distância está a sua casa do rio que visitamos?

## **2. A substância água**

a) Como você definiria a substância água?

b) Quando e onde você já ouviu falar dela ou estudou sobre ela?

c) Que usos podemos dar à água?

d) Você sabe como está a qualidade da água que você bebe?

e) E como está a qualidade da água do rio que visitamos durante o projeto?

f) Você sabe de onde vem a água que você consome?

( ) Não ( ) Sim. De onde? -

---

---

**3. Impactos das ações humanas sobre a água/rios**

a) Que impactos você percebeu/percebe sobre os rios, resultantes das nossas atividades do dia a dia?

b) Qual a sua contribuição direta ou indireta sobre o rio que visitamos durante o projeto?

**4. A bacia hidrográfica**

a) Você sabe o que é uma bacia hidrográfica? ( ) Não ( ) Sim. Comente:

---

---

---

b) Você sabe em qual bacia hidrográfica está localizada sua escola e sua casa?  
( ) Não ( ) Sim. Qual?

---

**5. Saneamento Ambiental**

a) Você sabe o que significa saneamento? ( ) Não ( ) Sim. Descreva:

---

---

---

b) Existem medidas/obras/estruturas de saneamento instaladas no rio que visitamos durante o projeto?

( ) Não ( ) Sim.

Quais? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) Você sabe para onde vão os resíduos (lixo) gerados em sua casa? ( ) Não ( ) Sim  
Onde? \_\_\_\_\_

E os esgotos? ( ) Não ( ) Sim.

Onde? \_\_\_\_\_

## 6. Ciclo hidrológico/ ciclo da água

a) Represente/esquematize o ciclo hidrológico:

b) Que etapa do ciclo hidrológico está representada pelo rio?

c) O que o rio tem a ver com a chuva?

d) Se não chover, o rio vai estar lá? Por quê?

e) Você acompanhou as notícias sobre a falta de água em São Paulo neste ano?

Não       Sim

Por que isso está ocorrendo?

---

---

---

---

### 7. Macroinvertebrados Aquáticos

a) Você já tinha ouvido falar de macroinvertebrados aquáticos antes das nossas práticas? ( )

Não  Sim

b) Como você os vê hoje?

c) Dos animais encontrados, você já conhecia algum? ( ) Não ( ) Sim

Qual(is)?

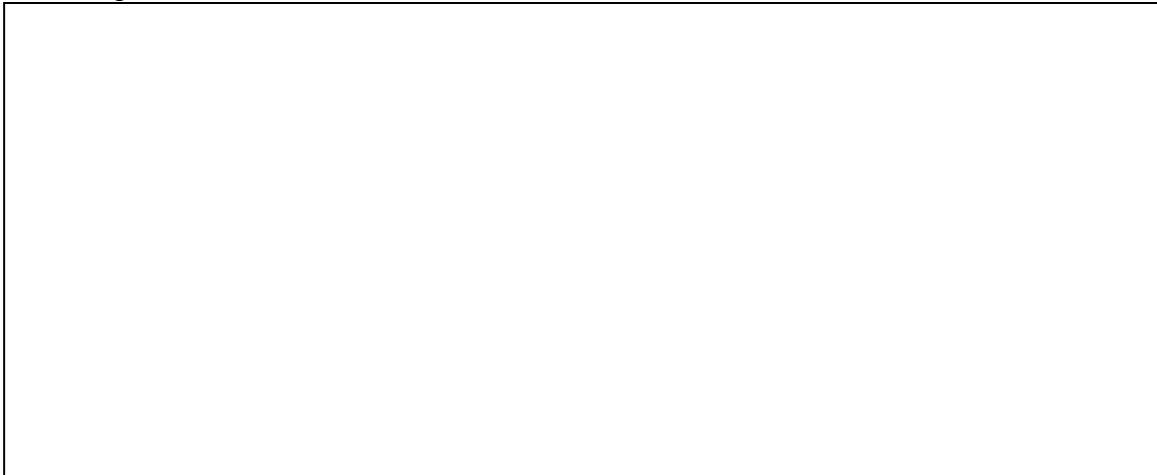
---

d) Qual (is) dele (s) você saberia identificar?

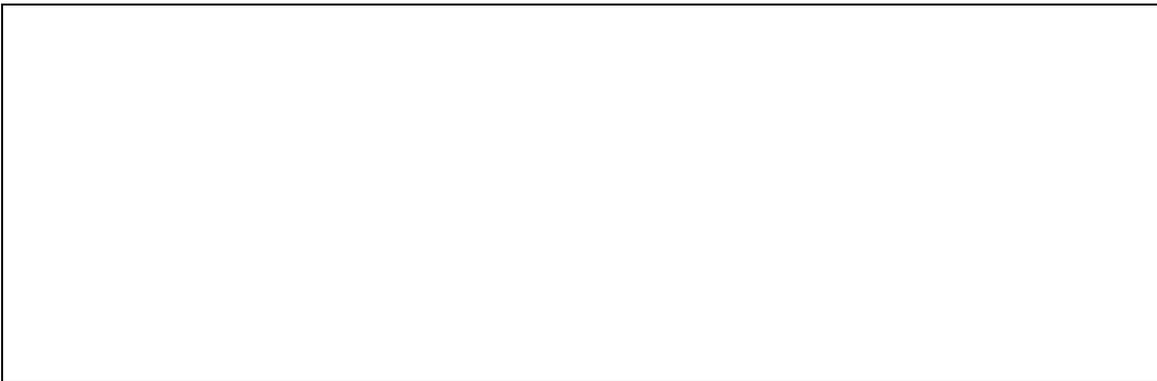
**8. Qualidade da água**

a) Como podemos avaliar a qualidade da água?

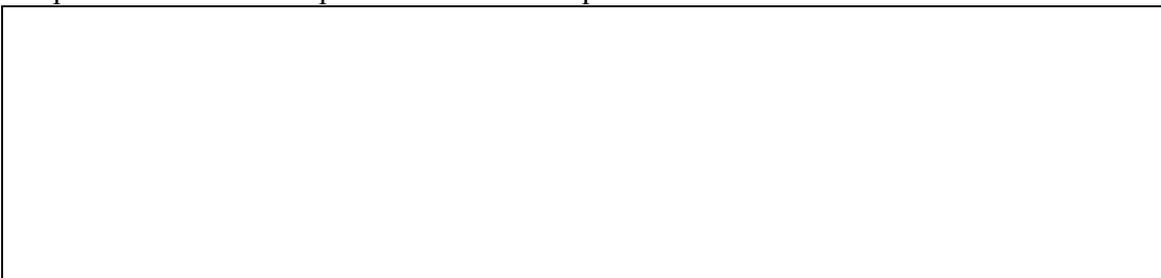
-Em campo:



- No laboratório:



- A partir de seres vivos presentes no meio aquático:



**9. Expectativas quanto ao projeto**

a) As suas expectativas com a participação no projeto foram atingidas?

Não  Sim. Comente:

b) Como seus pais viram a sua participação no projeto?

c) Você foi incentivado pela escola e pelos professores a participar do projeto?

Não  Sim . Comente:

d) Qual (is) dificuldade (s) você encontrou durante a execução do projeto?

e) Como você utilizou o recurso da sua bolsa mensal durante esses doze meses?

f) Como você se sente em relação às atividades realizadas durante o projeto?

g) Você gostaria que o projeto tivesse continuidade na escola? Por quê?

h) O que você gostaria de aprofundar como conhecimento depois de participar do projeto?

i) Como você avalia:

- A coordenação do projeto:

---

- A equipe diretiva da escola:

---

- O envolvimento dos professores responsáveis pelo projeto na escola:

---

- Os especialistas e técnicos da UCS que se envolveram com o projeto:

---

---

**APÊNDICE H**  
**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**QUESTÕES PARA A ENTREVISTA NO GRUPO FOCAL**

- 1) Quais as vivências escolares que tiveram durante a execução do trabalho? (verificar quais lembram, sem citá-las, vide Quadros 1 e 2)
- 2) Estas vivências foram positivas ou negativas sobre o seu despertar para a vocação científica?
- 3) Qual ou quais delas foram mais importantes para o despertar da sua vocação científica? Por quê?
- 4) Qual ou quais delas foram menos importantes para o despertar da sua vocação científica? Por quê?
- 5) Você despertou para a vocação científica ao longo do projeto? Se sim, como isso ocorreu?
- 6) Sua relação com a natureza antes e depois do projeto:

Abaixo estão listadas todas as atividades desenvolvidas com os participantes durante a execução do trabalho, subdivididas em atividades de ensino (Quadro 1) e atividades de pesquisa (Quadro 2), ambas com seus respectivos objetivos.

Quadro 1: Atividades de ensino desenvolvidas com os participantes e respectivos objetivos

<b>Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
Atividade de campo no Arroio Pena Branca, incluindo observação <i>in loco</i> e registro fotográfico.	Conscientização dos participantes quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos.
Aprendizagem de conceitos sobre os recursos hídricos através de leitura, compreensão e resolução de exercícios do Guia Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (ReCESA).	Fundamentar teoricamente os participantes sobre recursos hídricos.
Reuniões e atividade de campo com os professores e equipe diretiva da escola. Realização da 1ª Feira de Ciências da EMEF Italo João Balen. Palestras aos demais estudantes dos anos iniciais e finais da escola.	Despertar o interesse da comunidade escolar pelas questões ambientais.

Fonte: Os autores (2015).

Quadro 2: Atividades de pesquisa desenvolvidas com os participantes e respectivos objetivos

<b>Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
Coleta de água no arroio e medição de parâmetros físicos e químicos em campo. Análise de resultados da qualidade da água medida em campo e interpretação de laudos laboratoriais.	Desenvolver habilidades para a coleta de amostras de água em campo, utilizando equipamentos de monitoramento. Analisar a qualidade da água através de laudos laboratoriais de parâmetros físicos, químicos e biológicos.
Determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) do arroio.	Conhecer o método de cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) através de ferramenta do Sistema de Informações Ambientais (SIA).
Enquadramento do arroio na Resolução nº 357 do Conselho Nacional do meio Ambiente (CONAMA) através do jogo “Aquadroce”.	Conhecer a resolução nº 357 do CONAMA e compreender os critérios de classificação das águas doces.
Biomonitoramento da qualidade da água do arroio. Coleta, triagem e identificação de macroinvertebrados aquáticos do arroio. Montagem de coleção de macroinvertebrados coletados.	Desenvolver habilidades para a coleta de macroinvertebrados aquáticos. Analisar quali-quantitativamente a fauna de macroinvertebrados em cursos d’água. Analisar a qualidade da água através de parâmetro biológico.
Montagem e monitoramento de um aquário na escola. Montagem de terrários.	Realizar analogias entre ecossistema natural e ecossistema artificial.
Elaboração de resumos, relatórios e pôsteres para apresentação, divulgação e publicação dos resultados em eventos técnico-científicos e pedagógicos.	Desenvolver a competência para produção, apresentação, divulgação e publicação de trabalhos científicos.

Fonte: Os autores (2015).

**APÊNDICE I**  
**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
  
**DESENVOLVIMENTO DE JOGO PEDAGÓGICO**  
**PARTES REELABORADAS PELOS PARTICIPANTES A PARTIR DO “JOGO DA**  
**ÁGUA” PARA CRIAÇÃO DO JOGO “TRILHA PICMEL”**

**REGRAS DA “TRILHA PICMEL”**

- 1º Podem jogar adultos e crianças em número de até 4 jogadores.
- 2º A escolha do primeiro a lançar o dado pode ser feita por sorteio.
- 3º O participante que parar nas casas com a placa “caixa surpresa” ou no ponto marrom, deverá retirar da caixa uma ficha e responder.
- 4º O jogador que parar em casas que possuam círculos coloridos deverá seguir a legenda.
- 5º No início cada participante receberá 15 fichas, com 3 a 5 valores diferentes:
  - Rosa= PM 3.000 (três mil picméis)
  - Laranja= PM 15.000 (quinze mil picméis)
  - Verde= PM 30.000 (trinta mil picméis)
  - Vermelho= PM 150.000 (cento e cinquenta mil picméis)
  - Azul= PM 300.000 (trezentos mil picméis)

Resultando no início o valor de PM 498.000 (quatrocentos e noventa e oito mil picméis) para cada jogador;

6º Para ganhar o jogo, o participante terá que pagar todas as suas dívidas e se não conseguir, volta para a casa onde se endividou pela primeira vez. Se conseguir concluir o jogo sem dívidas, PARABÉNS!

Ao concluir o jogo sem dívidas, o jogador terá o poder da “carta dourada”, que por sua vez, terá o poder de ajudar um amigo pagando suas dívidas ou mandando-o voltar 5 casas, se errar uma pergunta feita por ele.

7º Apenas duas pessoas vencem o jogo, o restante paga uma “prenda”, cada um bebe dois copos cheios d’água.

**LEGENDA DA “TRILHA PICMEL”**

<p><b>Estação de tratamento:</b> Local por onde a água passa por diversas etapas de tratamento até se tornar própria para o consumo. <b>Avance 2 casas.</b></p>	<p><b>Pesca predatória:</b> Interrompe o ciclo de sobrevivência dos peixes. <b>Retorne 3 casas.</b></p>
<p><b>Agricultura:</b> Plantação sem o uso de fertilizantes e agrotóxicos. <b>Avance 3 casas.</b></p>	<p><b>Peixes em abundância para pesca:</b> Peixes em abundância, sinal de boa qualidade da água. <b>Avance 4 casas.</b></p>
<p><b>Fossa Séptica:</b> Trata esgotos com sumidouro. <b>Avance 2 casas.</b></p>	<p><b>Usinas Hidrelétricas:</b> Gera energia para o estado. <b>Avance 1 casa.</b></p>
<p><b>Banhado com espécies convivendo:</b> Local natural onde espécies de animais conseguem conviver em harmonia. <b>Jogue novamente.</b></p>	<p><b>Mineração:</b> A retirada de minerais do solo causa o empobrecimento do mesmo. <b>Retorne 2 casas.</b></p>
<p><b>Lixos lançados no rio:</b> Causam a contaminação dos corpos d’água. <b>Fique uma rodada sem jogar.</b></p>	<p><b>Desmatamento e queimadas:</b> Causam a erosão do solo. <b>Retorne 1 casa.</b></p>
<p><b>Efluentes:</b> Tanto domésticos quanto industriais causam a poluição da água. <b>Retorne 2 casas.</b></p>	<p><b>Contaminação da água:</b> Causa a mortandade dos peixes. <b>Retorne 3 casas.</b></p>
<p><b>SELOS</b></p> <p><b>Macro - selo= PM100.000</b></p> <p><b>Água - selo= PM100.000</b></p> <p><b>Selo - PICMEL= PM200.000</b></p>	<p><b>-PEDÁGIO AMBIENTAL-</b> 1º bom 2º ruim - Macroinvertebrados Agricultura Animais (Pecuária e Estimação) Indústria Poluição Doméstica Energia</p>
<p><b>PARA QUEM DENUNCIA????</b> Se errar paga PM10.000. Se acertar recebe de quem cair na mesma casa PM 10.000.</p>	<p><b>Ponte: são 6 parâmetros do aquário</b> É preciso pontuar, no mínimo, 19 pontos para poder atravessar a ponte.</p>

**PERGUNTAS DA CAIXA SURPRESA DA ‘TRILHA PICMEL’****AGRICULTURA**

- 1 – O que é um produto orgânico?
- É um produto produzido sem uso de agrotóxicos e adubos químicos.
  - É um produto produzido com uso de agrotóxicos e adubos químicos.
  - São produtos que crescem em água misturada com adubos artificiais.
- 2 – Qual a diferença entre a produção orgânica e convencional?
- 3 – Cite 2 benefícios dos alimentos orgânicos para a saúde humana?
- 4 – Cite 2 benefícios dos alimentos orgânicos para o meio ambiente?
- 5 – Assinale a alternativa correta:  
O que é um produto hidropônico?
- É um produto produzido sem uso de agrotóxicos e adubos químicos.
  - É um produto produzido com uso de agrotóxicos e adubos químicos.
  - São produtos que crescem em água misturada com adubos artificiais.

---

**ANIMAIS (PECUÁRIA E ESTIMAÇÃO)**

- 1 – Como os animais de estimação podem interferir na qualidade da água de um rio?
- Por meio das fezes e de outros excrementos.
  - Por meio da poluição causada por pêlos.
  - Por meio de sua interação com o ambiente aquático.
- 2 – Supondo que, ao alimentar uma criação, um pouco da ração sobre. Esse resto de ração pode causar danos ao meio ambiente?
- Sim, explique.
  - Não, explique.
- 3 – Porque é importante recolher as fezes de seu animal ao passear com ele?
- Por questões estéticas (por exemplo, aparência, cheiro).
  - Por questões de saúde (por exemplo, saneamento, poluição).
  - Não é importante.

4 – Como a criação de animais pode prejudicar a qualidade da água?

5 – Se o excremento de um animal alcançar o rio poderá alterar a qualidade da água atingida?

Por quê?

---

### MACROINVERTEBRADOS

1 – O que são macroinvertebrados bentônicos?

- a) São organismos aquáticos que habitam o fundo de rios e lagos.
- b) São organismos aquáticos ou terrestres que habitam o solo e o fundo de rios e lagos.
- c) São organismos aquáticos que habitam o fundo dos rios, lagos e oceanos.

2 – Qual a importância do biomonitoramento?

- a) Avaliar e monitorar as mudanças ambientais decorrentes do lançamento de esgotos.
- b) Avaliar e monitorar, ao longo do tempo, mudanças e impactos ambientais, através de respostas de organismos que vivem nestes ecossistemas.
- c) Avaliar e monitorar, ao longo do tempo, mudanças ambientais e impactos somente devido ao lançamento de esgotos.

3 – Assinale o fator que leva os pesquisadores a utilizarem macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores:

- a) Muitos macroinvertebrados comem substâncias que podem indicar a qualidade da água, sendo um meio fácil de estudar.
- b) A maioria dos macroinvertebrados indica água boa e são fáceis de estudar, sendo muito utilizados.
- c) A coleta desses organismos não é difícil e existem técnicas de amostragens que não requerem equipamentos caros.

4 – Qual o objetivo do biomonitoramento em cursos d'água?

- a) É uma ferramenta utilizada para avaliar somente as mudanças físicas e químicas ocorridas em um rio e em sua bacia hidrográfica.
- b) É uma ferramenta utilizada para avaliar mudanças físicas, químicas e biológicas, ou seja, medir a qualidade das águas e os organismos presentes.

- c) É uma ferramenta utilizada para avaliar somente as mudanças biológicas em suas bacias hidrográficas, através dos organismos vivos e presentes.

5 – Assinale a alternativa certa:

Quais os equipamentos usados para coleta e identificação de macroinvertebrados:

- a) Surber, lupa e puçá.
- b) Surber, puçá, sonda multiparâmetro.
- c) Sonda multiparâmetro, lupa, álcool 20%.

---

### ENERGIA

- 1 – Como a energia elétrica é gerada?
- 2 – O que é energia eólica?
- 3 – Como a energia elétrica chega aos consumidores?
- 4 – Cite três fontes alternativas de energia?
- 5 – Qual a diferença entre uma usina hidrelétrica e um parque eólico?

---

### POLUIÇÃO DOMÉSTICA

- 1 - Os efluentes gerados pela população são constituídos de:
  - a) substâncias naturais degradáveis, substâncias recalcitrantes e nutrientes;
  - b) Substâncias orgânicas biodegradáveis, substâncias recalcitrantes, nutrientes e organismos patogênicos;
  - c) Substâncias recalcitrantes, nutrientes, fósforo e organismos hidrogênicos.
  
- 2 - Os nutrientes como o fósforo o nitrogênio, podem causar:
  - a) A secagem do corpo hídrico;
  - b) A acumulação de lixo nas margens do corpo hídrico;
  - c) A eutrofização do corpo hídrico.
  
- 3 - No nosso dia a dia, usamos diversos tipos de produtos químicos e de limpeza, que depois vão diretamente para os esgotos e acabam atingindo alguns corpos hídricos. A principal consequência do uso de detergentes:

- a) a mortandade de peixes e organismos ali presentes;
- b) a formação de espuma em trechos calmos das águas;
- c) a formação de espuma em trechos de agitação das águas.

4 – Após realizarmos nossas necessidades fisiológicas, damos a descarga e esses resíduos descem pelos canos até chegarem ao esgoto. Este esgoto desembocará em um rio ou outro corpo hídrico, sempre por meio de efluentes ou encanamentos comuns no ambiente urbano.

Sabendo disso, analise se a frase é verdadeira ou falsa e justifique sua resposta:

“A água que devolvemos à natureza, retornará um dia para consumirmos”.

5 – Explique o que é contaminação antrópica dos corpos hídricos:

---

## INDÚSTRIA

1 - Uma indústria correta deve apresentar quais das seguintes ações para não prejudicar o meio ambiente:

- a) Um meio eficiente de descarte de seus efluentes;
- b) Um encanamento que alcance o rio mais próximo para fazer o descarte de seus resíduos;
- c) Um equipamento para a queima de lixo.

2 – Quais os tipos de projetos relacionados ao meio ambiente que uma indústria deve ter:

- a) Incentivos à produção agrícola;
- b) Projetos para jovens aprendizes;
- c) Incentivo a reciclagem e a economia dos recursos naturais.

3 - Cada indústria é especializada em um tipo de produção. Uma indústria que utiliza madeira deve contribuir de que maneira com o meio ambiente para que não o prejudique:

- a) Desmatando apenas as árvores mais antigas e de madeira comum;
- b) Utilizando um transporte mais eficiente no momento da transferência da madeira;
- c) Praticando o reflorestamento nas áreas de desmatamento.

4 - Deparando-se com uma agressão feita por uma indústria ao meio ambiente, qual dos órgãos públicos abaixo você faria a denúncia:

- a) CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente;
- b) IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente;
- c) ANA - Agência Nacional das Águas.

5 - Para uma indústria poluidora regularizar seus padrões, quais dos respectivos requisitos abaixo são os mais adequados:

- a) Reconhecer suas ações poluidoras, definir uma política de meio ambiente e realizar pesquisas sobre o desempenho ambiental e não poluidor da empresa;
- b) Reconhecer suas ações poluidoras e buscar soluções mais efetivas para o combate da poluição industrial na sua empresa e nas empresas vizinhas;
- c) Criar um cronograma de ações saudáveis para o meio ambiente e de ações poluidoras e, baseando-se nesse cronograma, elaborar um projeto de regulamentação de empresas poluidoras.

---

## AQUÁRIO

1 - Cite cinco parâmetros utilizados para medir a qualidade da água de um aquário?

2 – Quais os seis principais equipamentos necessários para montar um aquário de água doce?

3 – O que são peixes cartilagosos?

4 - O que são peixes ósseos?

5 - Assinale a resposta certa:

Quais dessas afirmativas tem exemplo de peixes cartilagosos:

- a) Arraia, tubarão, torpedo e peixe serra.
- b) Arraias, cascudos, peixes elétricos e tubarões.
- c) Bagre, carpa, tainha e pirarucu.

6 – Assinale a resposta certa:

Qual dessas afirmativas apresenta peixes ósseos:

- a) Robalo, manjuba.
- b) Truta, dourado, linguado, pintado.
- c) Torpedo, peixe serra, bagre, pirarucu, cascudo.

7 – Cite uma diferença entre os peixes de água doce e água salgada?

8 – Cite um parâmetro específico medido no aquário de água salgada que não é utilizado no aquário de água doce?

9 – Cite três exemplos de peixes de água salgada:

10 – Cite três exemplos de peixes de água doce que comecem com a letra A:

**APÊNDICE J**  
**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
**DESENVOLVIMENTO DE JOGO PEDAGÓGICO**  
**PARTES CRIADAS PELOS PARTICIPANTES PARA O JOGO “TRILHA PICMEL”**

**GUIA DE INSTRUÇÕES DA “TRILHA PICMEL”**

Esse jogo tem como cenário um ambiente natural. O máximo de participantes será de 4 pessoas, nesse jogo poderão ser usadas as pequenas peças retangulares que têm as seguintes cores:

°azul

°vermelho

°amarelo

°verde

Essas peças pertencerão e representarão cada um dos jogadores da partida. O primeiro a começar o jogo vai ser aquele que marcar maior pontuação no sorteio que será feito com o dado antes do início da partida. O jogo tem início na “nascente” do rio e termina quando dois dos participantes chegam ao local que representará o “encontro do rio com o mar”.

Os jogadores devem estar cientes desde o início, que, apenas duas pessoas vencem o jogo, portanto, 1º e 2º lugar, o restante, no caso, os últimos dois jogadores deverão “pagar prenda”, será uma espécie de “castigo do bem”. Será a seguinte situação, os dois últimos a chegarem ao final deverão beber dois copos de água (cheios) cada um.

A “ficha amarela” só será entregue a um dos dois primeiros a chegarem, mas só será entregue a aquele que tiver todas as suas dívidas em dia, ou seja, pagas/sem dívidas. Caso esses dois não tenham todas as suas dívidas quitadas, não receberão a ficha.

**\*MAS ATENÇÃO\*!!!**

Se você tiver dívidas ao acabar a partida, deverá voltar a casa onde se endividou pela primeira vez, portanto, procure manter suas contas em dia e seu dinheiro bem guardado para que possa usar também em investimentos tanto em parques eólicos como em pousadas ou até mesmo em parques ecológicos, ficando a critério do doador. Todos os jogadores deverão seguir as regras do jogo corretamente, sem elas será praticamente impossível jogar.

Cada vez que um jogador cair em uma casa que possua o símbolo de parque eólico, ele “voará” 5 casas, mas se chegar a cair em uma casa premiada, tanto com caixa surpresa, quanto com bolinhas coloridas, não precisará obedecer a casinha, só vale realizar o que está se pedindo na casa quando você cair nela pelo dado jogado.

Se a resposta da bolinha verde escura for dada corretamente, essa casinha será anulada pelo resto da partida, fazendo com que cada vez que uma pessoa cair nela depois de você ter acertado a pergunta, cada jogador que ali passar, terá de pagar a quantia de PM 10.000 para você. Agora, se sua resposta estiver errada, você terá que pagar o mesmo valor à pessoa que acertar.

Na ponte, você terá que pontuar no mínimo 19 pontos para conseguir atravessá-la, esses pontos serão contados pelo tanto de acertos que você fizer na identificação dos 6 parâmetros de um aquário, cada um deles têm um valor simbólico.

Na lupa, você terá o desafio de ficar uma rodada sem jogar para identificar se os macros ou organismos presentes ali são bioindicadores de água boa ou ruim, utilizando um catálogo de espécies contendo desenhos e explicações. Depois de feito isso, você poderá voltar à partida normalmente.

Na casa que possuir as três bolinhas cinza, será a INDÚSTRIA LEGAL, outra espécie de selo que você poderá possuir se comprar o mesmo na casa indicada pelo símbolo. Este por sua vez terá o poder de livrar você de suas dívidas ou adquirir mais PM, apresentando o cartão verde no banco quando necessário.

**DICIONÁRIO DA “TRILHA PICMEL”****ABUNDÂNCIA**

Grande quantidade.

**AGROTÓXICO**

Produto químico usado para combater pragas na lavoura.

**BANHADO**

Pântano, brejo.

**BIOINDICADOR**

Organismo usado para indicar qualidade da água.

**CONAMA**

Conselho Nacional do Meio Ambiente.

**CONTAMINAÇÃO**

Transmitir ou adquirir doença ou agente de doença.

**DESMATAMENTO**

Destruir árvores ou mata.

**EFLUENTE**

Esgoto ou água poluída.

**ETA**

Estação de Tratamento de Água.

**ETE**

Estação de Tratamento de Esgoto.

**FERTILIZANTE**

Substância que se aplica a terra para torná-la mais fértil.

**FOSSA SÉPTICA**

Buraco aberto no solo, onde se despejam detritos, excrementos, etc.

**IBAMA**

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente.

**MACROINVERTEBRADO**

Organismo usado para definir a qualidade da água, de acordo com as espécies encontradas.

**MINERAÇÃO**

Exploração de minérios, pedras preciosas e semipreciosas.

**MORTANDADE**

Extermínio.

**PARÂMETROS**

Dado ou elemento tomado como padrão para analisar uma situação.

**PATRAM**

Patrulha Ambiental.

**PEDÁGIO AMBIENTAL**

Taxa de preservação a ser paga.

**POLUIÇÃO**

Degradação do meio ambiente.

**PREDATÓRIO**

Que envolve ou causa destruição.

**SAMAE**

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto.

**SELO AMBIENTAL**

Marca ou carimbo de preservação.

**SUMIDOURO**

Escoadouro de águas.

**USINA HIDRELÉTRICA**

Que gera eletricidade a partir da água.

**GABARITOS DA “TRILHA PICMEL”****QUESTÕES DA CAIXA SURPRESA****AGRICULTURA**

- 1 – A
- 2 – Convencional: prioriza a quantidade produzida.  
Orgânica: prioriza a qualidade.
- 3 – Os alimentos orgânicos preservam a qualidade nutricional dos alimentos, promovendo a saúde da terra e do consumidor.
- 4 – Pássaros e animais são preservados por não comerem sementes tratadas e não a matança de peixes através da contaminação da água.
- 5 – C

**ANIMAIS (PECUÁRIA E ESTIMAÇÃO)**

- 1 – A
- 2 – A, pois se transbordar, com a chuva, pode contaminar o rio.
- 3 – B
- 4 – Pelas fezes e rações, caso cheguem ao rio.
- 5 – Sim, poderá poluir.

**MACROINVERTEBRADOS**

- 1 – A
- 2 – B
- 3 – C
- 4 – A
- 5 – B

**ENERGIA**

- 1 – A energia elétrica pode ser gerada através de fontes renováveis ou não renováveis de energia.
- 2 – É a energia dos ventos, como ocorrência do movimento das massas de ar.
- 3 – A energia elétrica é transportada das linhas de transmissão existentes em todo o Brasil.
- 4 – Energia eólica, solar e de biomassa.
- 5 – Um conjunto de obras e equipamentos cuja finalidade é a geração de energia elétrica.

**POLUIÇÃO DOMÉSTICA**

- 1 – B
- 2 – C
- 3 – C
- 4 – Não
- 5 – Sim

**INDÚSTRIA**

- 1 – A
- 2 – C
- 3 – C
- 4 – B
- 5 – A

## AQUÁRIO

- 1 – PH, amônia, nitrito, temperatura e cloro.
- 2 – Bomba, termostato, lâmpada fluorescente, cuba de vidro, oxigenador, placas plásticas.
- 3 – São peixes que possuem esqueleto cartilagenoso, ou seja, não possuem ossos.
- 4 – São peixes que possuem esqueleto ósseo, ou seja, possuem ossos.
- 5 – A
- 6 – B
- 7 – Os peixes de água doce são menores e se reproduzem em lagoas ou rios. E os de água salgada são bem mais ativos, grandes e coloridos.
- 8 – Alcalinidade, salinidade, cálcio, magnésio, fosfato.
- 9 – Agulhão, anchova, bagre, bagre bandeira.
- 10 – Acará disco, acará bandeira, acará, acará severo, abotoado.

### LISTA DE PARÂMETROS DO AQUÁRIO

Pontuação mínima= 19 pontos

- PH= 5 PONTOS
- AMÔNIA= 5 PONTOS
- TEMPERATURA= 5 PONTOS
- CLORO= 2 PONTOS
- NITRITO= 3 PONTOS
- OXIGÊNIO= 3 PONTOS

### CARTA DOURADA

Parabéns você chegou ao final sem dívidas, agora tem o direito de:

- \*Mandar alguém voltar ao início;
- \*Pagar as dívidas de algum dos jogadores;
- \*Investir em um parque de sua escolha.

**ANEXO I**

**RESULTADOS PUBLICADOS COM OS PARTICIPANTES DA PESQUISA**

## XXIII Encontro de Jovens Pesquisadores V Mostra Acadêmica de Inovação e Tecnologia

15 a 17 de setembro de 2015 • Cidade Universitária • Caxias do Sul  
Mais informações: (54) 3218.2118 • pesquisa@ucs.br



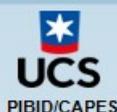
### O USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS) COMO TEMÁTICA PARA O DESPERTAR DA VOCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Anarisa Fátima Carminatti (PIBID/CAPES), Amanda Severo Rossa, Eduardo Bandeira, Vera Mithiele de Lima Tormes, Elis Marina Tonet, Verônica Casagrande, Vania Elisabete Schneider (Orientador(a))

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de monitoramento de qualidade da água de um córrego da região urbana do município de Caxias do Sul, onde estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, buscando desenvolver a visão da importância da preservação do ambiente aquático para a manutenção da vida. Para realização de amostragens de qualidade da água e coleta de macroinvertebrados bentônicos foi definido um ponto na Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, em Caxias do Sul. As atividades de campo ocorreram em diferentes estações do ano: dezembro de 2014 (verão); abril de 2015 (outono); e julho de 2015 (inverno), estando prevista mais uma amostragem no início da primavera. Parâmetros químicos, tais como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Oxigênio Dissolvido (OD) foram analisados em laboratório, enquanto que parâmetros físicos, tais como temperatura, pH, condutividade elétrica e turbidez foram avaliados por meio de sonda multiparâmetro. As etapas de coleta, acondicionamento e triagem dos macroinvertebrados foram realizadas de acordo com metodologia específica, tendo sido realizadas pelos estudantes de ensino fundamental e supervisionadas por professores e técnicos do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, bem como por estudantes de graduação do curso de Biologia/CARVI. A classificação taxonômica foi realizada até o nível de família e baseada em bibliografia especializada. Os resultados preliminares apontam que as águas do Arroio Pena Branca estão comprometidas em termos de qualidade, visto que as famílias de macroinvertebrados predominantemente encontradas são bioindicadores de águas poluídas. Estes resultados evidenciam os efeitos das ações antrópicas no ambiente natural, e o quanto o conhecimento científico é importante para que se possa desempenhar um papel proativo na gestão ambiental, sendo que apresenta melhor desenvolvimento quando ocorre o envolvimento a partir do processo de pesquisa, essencial desde o Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Biomonitoramento, Iniciação científica, Educação Ambiental

Apoio: UCS, CNPq, FAPERGS



## XXIII Encontro de Jovens Pesquisadores

V Mostra Acadêmica de Inovação e Tecnologia  
De 15 a 17 de setembro de 2015

### O USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS) COMO TEMÁTICA PARA O DESPERTAR DA VOCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

**Autores:** Amanda Severo Rossa, Eduardo Bandeira, Vera Mithiele de Lima Tormes (Bolsistas PICMEL/CAPES/FAPERGS/EF)  
**Orientadora:** Vania Elisabete Schneider  
**Co-orientadora:** Anarisa Fátima Carminatti

#### INTRODUÇÃO

As fortes alterações nos ecossistemas aquáticos, decorrentes da expansão das fronteiras agrícolas e do aumento desordenado das demais atividades humanas, tem gerado grande preocupação em relação a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos (Callisto *et al.* 2001). Desta maneira, estudos que busquem a análise da estrutura das comunidades, identificação de grupos indicadores de qualidade ambiental e a busca da otimização de programas de biomonitoramento são fundamentais para a conservação nestes ecossistemas. Torna-se necessário ainda, a participação, educação e fortalecimento da sociedade nas questões ambientais, pois esta é afetada diretamente por qualquer processo de contaminação.

#### OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo a apresentação de uma proposta de biomonitoramento de qualidade da água de córrego próximo à escola pública da região urbana de Caxias do Sul.

#### METODOLOGIA

Para realização de amostragens de qualidade da água e coleta de macroinvertebrados bentônicos foi definido um ponto na Micro Bacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, localizada dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, em Caxias do Sul. As atividades de campo ocorreram em épocas distintas do ano, em dezembro de 2014 (início do verão), em abril de 2015 (início do outono) e em julho de 2015 (início do inverno), estando prevista mais uma coleta e amostragem no início da primavera. Parâmetros químicos tais como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD) e parâmetros físicos tais como temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez também foram coletados, amostrados em laboratório e através de sonda multiparâmetro. A coleta, acondicionamento e triagem dos macroinvertebrados ocorreram conforme metodologia específica, sendo etiquetados e tombados no Laboratório de Pesquisa do Campus Universitário da Região dos Vinhedos (CARVI). A classificação taxonômica foi realizada até o nível de família e baseada em bibliografia especializada.

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

O biomonitoramento realizado demonstra que o Arroio Pena Branca está comprometido, visto que as famílias de macroinvertebrados bentônicos predominantes são bioindicadores de águas poluídas. Os estudantes do Ensino Fundamental puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, bem como a importância da preservação do ambiente aquático para a manutenção da vida.

Créditos: ISAM / UCS (2014;2015)



#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam os efeitos da ação antrópica no ambiente natural e o quanto o conhecimento e a iniciação científica são importantes para que se possa desempenhar um papel proativo na gestão ambiental.

#### REFERÊNCIAS

- CALLISTO, M.; M. MORETTI & M. GOULART. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, 6 (1): 71-82.
- BAPTISTA, D.F. 2008. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, 12 (3): 425-441.
- METCALFE, J. L. 1989. Biological water quality assessment of running waters base don macroinvertebrates communities. *Environmental Pollution* 60:101-139.
- PDRS-RURAL SERRA, 2005. In: *Universidade de Caxias do Sul, Banco de Dados. Caxias do Sul.*
- SILVEIRA, M.P. QUEIROZ, J. F., BOEIRA, R.C. 2005. Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. *Comunicado Técnico Embrapa*, 19: 1-7.

#### Apoio/Agradecimentos:



Este pôster foi impresso em cores claras para minimizar o impacto ambiental pelo uso de tintas.

## XXIII Encontro de Jovens Pesquisadores V Mostra Acadêmica de Inovação e Tecnologia

15 a 17 de setembro de 2015 • Cidade Universitária • Caxias do Sul  
Mais informações: (54) 3218.2118 • pesquisa@ucs.br



### **ANALOGIAS ENTRE O AQUÁRIO E O ARROIO: ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Sirlene Bertin (Outras), Felipe Silvestro da Silva, Natiele Bueno da Anunciação, Victoria Wolff dos Santos da Silva, Janete Scopel, Vania Elisabete Schneider (Orientadora)

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de parte das atividades desenvolvidas por estudantes em um projeto que propõe o monitoramento da qualidade da água de um córrego da região urbana do município de Caxias do Sul, como estratégia para o despertar da vocação científica em estudantes do ensino fundamental. Tendo em vista a analogia de um ecossistema aquático natural no interior de um aquário, propôs-se sua montagem pelos estudantes, a fim de possibilitar a compreensão do equilíbrio de parâmetros físicos, químicos e biológicos para a manutenção da vida aquática. Os estudantes participaram de atividades educacionais ambientais sob a orientação de técnicos do UCS Aquarium e do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, a fim de se apropriar de conceitos básicos sobre o tema recursos hídricos, além de estabelecer relações entre o aquário e o Arroio Pena Branca, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, no município de Caxias do Sul. Após a realização das capacitações, os estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen procederam com a montagem do aquário, monitorando-o com reagentes específicos e registrando semanalmente os seguintes parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e cloro. A cada registro foi realizada a interpretação dos resultados, analisando o equilíbrio dos parâmetros e a viabilidade de introdução dos peixes no aquário. Ainda, foi realizada pesquisa sobre a variedade e quantidade de serem vivos compatíveis com o meio, selecionando quatro espécies de peixes e uma espécie de molusco para introdução no aquário. Após a estabilização dos parâmetros do meio, foi realizado o povoamento do aquário com as espécies selecionadas previamente. O registro e controle semanal dos parâmetros foi mantido, a fim de garantir o equilíbrio do ecossistema. Durante toda a atividade envolvendo o aquário, observou-se motivação e interesse não somente por parte dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar, inclusive de visitantes, o que demonstra o despertar da sensibilização ambiental e da percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos a ele. Por ser a escola o lugar de educar, pode constituir aprendizados e, conseqüentemente, mudanças de atitudes em pessoas jovens e adultas, uma vez que a aplicação de conceitos de respeito ao meio ambiente no cotidiano é uma demonstração de que a aprendizagem se tornou significativa.

Palavras-chave: Aquarismo, Aprendizagem significativa, Educação ambiental.  
Apoio: UCS, CNPq, FAPERGS.

## ANALOGIAS ENTRE O AQUÁRIO E O ARROIO: ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

**Autor:** Sirlene Bertin (Bolsista PIBID/CAPE S) – [sirlenebertin@hotmail.com](mailto:sirlenebertin@hotmail.com)

**Orientadora:** Vania Elisabete Schneider

**Colaboradores:** Janete Scopel; Felipe Silvestro da Silva, Natiele Bueno da Anunciação e Victória Wolff dos Santos da Silva (Bolsistas Ensino Fundamental/FAPERGS)

### INTRODUÇÃO

A necessidade do desenvolvimento de uma educação voltada para a discussão de questões relacionadas à conservação e manejo dos recursos naturais é hoje realidade (Palhares et al., 2000). Porém, uma das maiores dificuldades dos professores tem sido a escassez de recursos didáticos que permitam a transmissão do conteúdo técnico-científico em ecologia utilizando uma linguagem acessível e de fácil compreensão (Machado, 1996).

Desta forma, a construção de um ecossistema artificial toma-se uma ferramenta para despertar para a sensibilização ambiental, a percepção da importância da preservação dos ecossistemas aquáticos análogos a ele e a vocação científica em estudantes do ensino fundamental.

### OBJETIVO

Tendo em vista a analogia de um ecossistema aquático natural no interior de um aquário, propôs-se sua montagem pelos estudantes, a fim de possibilitar a compreensão do equilíbrio de parâmetros físicos, químicos e biológicos para a manutenção da vida aquática.

### METODOLOGIA

Os estudantes participaram de atividades educacionais ambientais sob a orientação de técnicos do UCS *Aquarium* e do ISAM, a fim de se apropriar do tema recursos hídricos, além de estabelecer relações entre o aquário e o Arroio Pena Branca, localizado no município de Caxias do Sul, na Bacia Hidrográfica do Rio Caí.

Após a realização das capacitações, os estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen procederam com a montagem do aquário, monitorando-o e registrando semanalmente os seguintes parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e cloro. A cada registro foi realizada a interpretação dos resultados.

Ainda, foi realizada pesquisa sobre a variedade e quantidade de serem vivos compatíveis com o meio, selecionando quatro espécies de peixes e uma espécie de molusco para introdução no aquário.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a atividade, observou-se motivação e interesse não somente dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar – inclusive de visitantes –, o que demonstra o despertar da sensibilização ambiental e da percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos a ele.



Créditos: ISAM / UCS (2015)

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por ser a escola o lugar de educar, pode constituir aprendizados e, conseqüentemente, mudanças de atitudes em pessoas jovens e adultas, uma vez que a aplicação de conceitos de respeito ao meio ambiente no cotidiano é uma demonstração de que a aprendizagem se tornou significativa.

### REFERÊNCIAS

- MACHADO, J. F. Fazendo a educação ambiental na escola. Programa de Educação Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba: Curso de formação de Professores na área ambiental; Guerra e Barbosa. UFMG/ICSBH. 1996.
- PALHARES, K.; MAYRINK, N.; MORENO, P.; GOULART, M.; MORETTI, M.; FERREIRA, W.; DINIZ, A.P.; RODRIGUES, L. & CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água: a educação ambiental como uma ferramenta de união UFMG – Ecooia. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 1:182-189. 2000.
- SOARES, M. E. Concepções de Ambiente e Educação Ambiental em professores de ciências: múltiplos significados? Dissertação (Mestrado em Educação). Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG. 1998.

### Apoio/Agradecimentos:



**Relatório apresentado na VII MOSTRASEG**

**ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL ITALO JOÃO BALEN**

**O USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES  
DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS)**

**Caxias do Sul**

**2015**

**AMANDA SEVERO ROSSA  
EDUARDO BANDEIRA  
VERA MITHIELE DE LIMA TORMES**

**O USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES  
DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS)**

**Professora Orientadora: Anarisa Fátima Carminatti**

**Professora Supervisora: Vania Elisabete Schneider**

**Caxias do Sul**

**2015**

**DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins que estamos cientes e de acordo com as atividades desenvolvidas no projeto “O uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água da região urbana de Caxias do Sul (RS)” a ser apresentado na VII MOSTRASEG nos dias 23 e 24 de setembro de 2015 na Universidade de Caxias do Sul.

Atenciosamente



---

Elizabeth da Silva Piardi – Diretora – Matrícula 8737



---

Nicole Aline Gatelli – Vice Diretora Manhã – Matrícula 20188

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de monitoramento de qualidade da água de um córrego na região urbana, onde estudantes do Ensino Fundamental de escola pública puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nesse ambiente. Para a realização de coleta de amostras de água e coleta de macroinvertebrados bentônicos, foi definido um ponto de amostragem na Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, no município de Caxias do Sul. As atividades de coleta ocorreram em dezembro de 2014, abril de 2015 e julho de 2015. Parâmetros químicos foram analisados em laboratório, enquanto que parâmetros físicos foram avaliados por meio de sonda multiparâmetro no local da amostragem. As etapas de coleta, acondicionamento e triagem dos macroinvertebrados foram realizadas de acordo com metodologia específica, tendo sido realizadas pelos estudantes de ensino fundamental e supervisionadas por professores e técnicos do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, bem como por estudantes de graduação do curso de Biologia da referida universidade, por tratar-se da instituição parceira no projeto. A classificação taxonômica foi realizada até o nível de ordem, sendo baseada em bibliografia especializada. Os resultados preliminares apontam que as águas do Arroio Pena Branca estão comprometidas em termos de qualidade, visto que o grupo de macroinvertebrados predominantemente encontrado são bioindicadores de águas poluídas. Estes resultados evidenciam os efeitos das ações antrópicas no ambiente natural, e o quanto o conhecimento científico é importante para que se possa desempenhar um papel proativo na gestão ambiental, sendo que apresenta melhor desenvolvimento quando ocorre o envolvimento a partir do processo de pesquisa, essencial desde o Ensino Fundamental.

## INTRODUÇÃO

As fortes alterações nos ecossistemas aquáticos, decorrentes da expansão das fronteiras agrícolas e do aumento desordenado das demais atividades humanas, têm gerado grande preocupação com relação à disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos (CALLISTO *et al.* 2001). A integridade ecológica dos rios tornou-se um assunto de fundamental importância no manejo destes recursos em todo o mundo, direcionando esforços no sentido de testar diferentes metodologias para avaliação da qualidade da água e que forneçam um espectro completo de informações para um biomonitoramento efetivo (METCALFE, 1989). Desta maneira, estudos que busquem a análise da estrutura das comunidades, identificação de grupos indicadores de qualidade ambiental e a busca da otimização de programas de biomonitoramento são fundamentais para a conservação nestes ecossistemas.

Esta proposta justifica-se no fato de que o interesse dos alunos à temática ambiental e a importância da conservação podem ser despertados logo no início de sua caminhada de conhecimento, desde que sejam disponibilizadas ferramentas de trabalho de interesse didático. Através de material didático disponibilizado a educadores, incluindo cartilhas, coleções de macroinvertebrados bentônicos, painéis (“banners”), folders e atividades lúdicas, buscar-se-á transmitir conhecimentos técnicos científicos até então aportados pela Universidade de Caxias do Sul, instituição parceira do projeto, e que podem ser repassados a educadores e estudantes do ensino fundamental da escola Italo João Balen, localizada na microbacia do Arroio Pena Branca, na região urbana do mesmo município.

Além disso, a oportunidade de inserir jovens para o despertar da vocação científica justifica a importância de um projeto de pesquisa de biomonitoramento dos rios e córregos de Caxias do Sul. Sabemos que a água presente em nossos rios e córregos apresenta qualidade comprometida, por isso esta pesquisa pode incentivar a elaboração de propostas de recuperação das águas dos rios. A partir destas questões apresenta-se a seguinte pergunta de pesquisa: como estudantes do Ensino Fundamental podem monitorar de forma participativa a qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul? Temos como hipóteses:

- 1- Os estudantes do Ensino Fundamental podem monitorar de forma participativa a qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul, através de observação *in loco* e registro fotográfico de arroio localizado nas proximidades de sua escola;
- 2- Os estudantes do Ensino Fundamental podem monitorar de forma participativa a qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul, através da coleta de amostras de água no arroio localizado nas proximidades de sua escola, utilizando equipamentos de monitoramento com posterior análise dos resultados;
- 3- Os estudantes do Ensino Fundamental podem monitorar de forma participativa a qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul, através de coleta de macroinvertebrados no arroio localizado nas proximidades de sua escola, com posterior análise quali-quantitativa dos grupos encontrados.

Sendo assim este trabalho tem como objetivo geral a apresentação de uma proposta de monitoramento de qualidade da água de córrego próximo à escola pública da região urbana de Caxias do Sul, onde os estudantes poderão compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, buscando desenvolver a visão da importância da preservação do ambiente aquático para a manutenção da vida.

Dentre os objetivos específicos, podem ser citados:

- Avaliação da qualidade da água através de parâmetros físicos, químicos e biológicos;
- Análise quali-quantitativa da fauna de macroinvertebrados em cursos d'água;
- Inserir alunos de ensino fundamental na temática e no processo de iniciação científica;
- Demonstrar a importância da participação em busca da preservação ambiental.

Este projeto consiste em uma parceria entre a Universidade de Caxias do Sul (UCS), através do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) e a Escola Municipal

de Ensino Fundamental Italo João Balen, sendo que os recursos utilizados são oriundos da Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa (Fapergs) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os recursos naturais há muito são impactados pelas atividades humanas, mas foi somente no século XX que as questões ambientais contribuíram para redefinir a economia, a sociedade e a política (SANTOS, 2002). No Brasil estas questões vêm sendo amplamente discutidas nos diversos segmentos da sociedade, embora ações mais efetivas que conduzam à convivência harmônica do homem com a natureza, ainda sejam insuficientes (CALLISTO, 2004). Através da Educação Ambiental nas escolas de ensino básico é possível atingir uma camada representativa da sociedade. A faixa etária extremamente jovem apresenta o potencial ideal para a absorção de novos conceitos de ocupação do espaço geográfico e a formação de uma consciência crítica em torno de questões e problemas ambientais (SECCO, 1998).

A necessidade do desenvolvimento de uma educação voltada para a discussão de questões relacionadas à conservação e manejo dos recursos naturais é hoje realidade (PALHARES *et al.*, 2000). Porém, uma das maiores dificuldades dos professores tem sido a escassez de recursos didáticos que permitam a transmissão do conteúdo técnico-científico em ecologia utilizando uma linguagem acessível e de fácil compreensão (MACHADO, 1996).

De acordo com o previsto na Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre este tema transversal, no capítulo I em seu Art. 1º está descrito o seguinte conceito: “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” (ProNEA, 2005).

Estes referenciais são muito importantes para o estabelecimento de metas a serem atingidas

a médio e longo prazo. Apesar da carência de informações sobre como alcançá-las, sabemos que a construção de instrumentos, processos e metodologias que possam ser incorporadas ao currículo do ensino formal e não formal, são ferramentas importantes já contempladas nas linhas de ação e estratégias do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA, 2005). Costa *et al.* (2008) lembram que a Conferência de Tbilisi recomenda como estratégia metodológica a resolução de problemas ambientais locais, a fim de estabelecer vínculos entre os processos educativos e a realidade cotidiana dos educadores. Porém é importante realizar um estudo da realidade com os envolvidos, a fim de identificar quais os conceitos, as necessidades e as possíveis soluções que apresentam.

Torna-se necessário ainda, a participação, organização, educação e fortalecimento da sociedade nas questões ambientais, pois esta é afetada diretamente por qualquer alteração ou processo de contaminação. Nesse sentido, os estudos científicos (por ex. trabalhos de monitoramento das águas e de intervenção nos ambientes aquáticos para recuperação de áreas alteradas ou impactadas) são de grande importância. Nesse contexto, é necessária a apropriação por parte da sociedade do conhecimento científico para que ela possa fazer o seu juízo de valor, utilizar e desempenhar um papel pró-ativo na gestão ambiental, sendo que isso começa cedo na vida de uma pessoa e apresenta melhor desenvolvimento, quando ocorre o envolvimento a partir do processo de pesquisa, essencial desde o ensino fundamental.

## **METODOLOGIA**

**Tipo de pesquisa:** este trabalho se utilizou de metodologia descritiva qualitativa participativa.

**Início e término da pesquisa:** novembro de 2014 a novembro de 2015 (Anexo 1).

**Local da pesquisa e descrição:** a rede Municipal de Ensino de Caxias do Sul é composta por 86 Escolas de Ensino Fundamental e 40 escolas de Educação Infantil conveniadas. Atualmente, mais de 3,2 mil professores atendem cerca de 40 mil alunos, divididos entre a Educação Infantil (Escolas conveniadas ao município), Pré-Escola, Ensino Fundamental, Educação Especial e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A pesquisa se realizou na Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João

Balen que atende alunos dos Anos Iniciais e Anos Finais e está localizada dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, nas proximidades da Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, no município de Caxias do Sul. O referido arroio foi alvo das atividades realizadas a campo.

**Instrumentos de coleta de dados, equipamentos e materiais:**

- Pesquisa e registros: 4 cadernos universitários, 4 pendrives, 2 notebooks, Guia do profissional em treinamento, Nível 2;
- Registro fotográfico: máquinas fotográficas digitais, celulares e smartphones dos participantes;
- Parâmetros físicos e químicos da água no arroio: potes para coleta de água a ser analisada em laboratório, sonda multiparâmetro;
- Parâmetros biológicos da água no arroio: 1 “puçá aquático tipo rede em D” (“frame dip-net, malha 0.250 mm) e 1 “amostrador Surber- Bento” (malha de 0.250mm);
- Lavagem e conservação dos macroinvertebrados: jogo de redes de diferentes malhas (menor malha 0,5 mm), sacos plásticos com álcool a 70% e tubetes de vidro com álcool a 80%;
- Triagem e identificação dos macroinvertebrados: 2 Estereomicroscópio Binocular c/ zoom, iluminação por leds, aumentos até 200X ; placas de petri e pinças.

**Procedimentos:** para realização de amostragens de qualidade da água e coleta de macroinvertebrados foi definido um ponto na Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, localizada dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, em Caxias do Sul (Anexo 2). As atividades de campo ocorreram em épocas distintas do ano, em dezembro de 2014 (início do verão), em abril de 2015 (início do outono) e em julho de 2015 (início do inverno). A justificativa para as coletas serem feitas em épocas diferentes se deve a influência da variação climática sobre os parâmetros físicos, químicos e biológicos que indicam a qualidade da água de rios e córregos. Para cada estação de coleta os macroinvertebrados bentônicos foram coletados utilizando-se um amostrador tipo “puçá aquático” (“frame dip-net”, malha 0.250 mm) e “amostrador Surber- Bento” (malha de 0.250 mm) para substratos formados por grandes cascalhos, numa área amostral de 900cm<sup>2</sup>, durante três minutos (Anexo 3). Cada área úmida foi representada por uma amostra quali-quantitativa, que constituiu uma varredura do substrato de fundo e da coluna d’água ao longo de seus diferentes

microhabitats (folhiço retido em áreas de correnteza; folhiço retido em áreas de remanso ou folhiço de fundo; pedra com detritos vegetais aderidos e/ou perifíton e sedimento não consolidado). Desta forma, pretendeu-se percorrer os diferentes microhabitats, aumentando a probabilidade de se levantar o maior número possível de grupos em cada área úmida amostrada.

As amostras foram fixadas *in situ* com álcool a 70%, armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, onde foram lavadas por um jogo de redes de diferentes malhas, sendo a menor malha com tamanho de 0,5 mm (Anexo 4).

Os macroinvertebrados foram triados com o auxílio de dois Estereomicroscópio (lupa binocular) e acondicionados em tubetes de vidro com álcool 70% etiquetados e tombados no Laboratório de Pesquisa do Campus Universitário da Região dos Vinhedos (CARVI) (Anexo 5). A classificação taxonômica foi realizada pelos estudantes e sob orientação de especialista, com o auxílio da lupa binocular, até o nível de ordem e baseada em bibliografia especializada (BOUCHARD, JR. 2004, FERNÁNDES & DOMÍNGUEZ, 2001; MERRIT *et al.* 2008; MERRIT & CUMMINS, 1984). Para um melhor entendimento sobre o assunto dos macroinvertebrados foram selecionados materiais bibliográficos para os estudantes realizarem leitura e elaboração de uma apresentação para os colegas e professor orientador do projeto.

Parâmetros químicos tais como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD) e parâmetros físicos tais como temperatura, pH, Potencial de Oxi-Redução (ORP), condutividade elétrica, turbidez também foram coletados, amostrados em laboratório e através de sonda multiparâmetro (Anexo 6).

De acordo com a predominância de ordens dos macroinvertebrados bentônicos, juntamente com análise dos parâmetros físicos e químicos coletados obtivemos os indicadores da qualidade da água do Arroio Pena Branca.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A saúde do ecossistema pode ser aferida com base nas características de sua estrutura (elementos biológicos e sua relação com parâmetros físicos e

químicos) e funcionamento (processos fundamentais à manutenção da biodiversidade) (BARBOSA *et al.* 2000). Neste sentido, os macroinvertebrados bentônicos têm se mostrado como ótima ferramenta para avaliação qualidade dos ecossistemas aquáticos, pois são altamente sensíveis as alterações ambientais (BAPTISTA, 2008, CALLISTO *et al.* 2001, MONTEIRO *et al.*, 2008, SILVEIRA *et al.* 2005. STRIEDER *et al.* 2006). Segundo Callisto *et al.* (2001) os uso dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de alteração de ambientes deve-se a vários fatores tais como ciclo de vida suficientemente longos, amostras qualitativas de fácil amostragem, alta biodiversidade, oferecendo uma ampla gama de tolerância ambientais e amplo espectro de respostas frente a diferentes níveis de contaminação.

A proposta de utilização dos bioindicadores como ferramenta para avaliar qualidade de água atenta os alunos para a importância da preservação de rios e lagos. Esta abordagem aproxima o aluno da sua realidade local, complementando e enriquecendo o material didático utilizado em sala de aula. É preciso mudar hábitos e construir conhecimento para melhorar a qualidade de vida. A compreensão e o estudo da diversidade aquática nas bacias hidrográficas do município de Caxias do Sul vêm contribuir para subsidiar atividades de extensão que levem à melhoria de metodologias de ensino, ajudando os professores na montagem de aulas práticas.

Os estudantes do Ensino Fundamental envolvidos no projeto aprenderam a coletar, triar e identificar até o nível taxonômico de ordem os macroinvertebrados que servem para classificar a qualidade da água de um corpo d'água. O biomonitoramento realizado utilizando macroinvertebrados bentônicos demonstra que o Arroio Pena Branca está comprometido, visto que foram encontrados representantes de uma única ordem no Arroio Pena Branca, evidenciando ausência de biodiversidade neste ambiente. Foram coletadas larvas, pupas e exúvias de dípteros, bioindicadores de águas poluídas (Anexo 7). Além dos parâmetros biológicos, os parâmetros físicos e químicos do arroio também não apresentarem boa classificação (Anexos 8 e 9).

Os estudantes compreenderem em uma larga escala os fatores que contribuíram para a poluição deste arroio e as condições de sobrevivência dos seres presentes nele. Além disso, perceberam a importância da preservação e da não

poluição de nossos rios para a manutenção da vida aquática.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da pergunta de pesquisa: “como estudantes do Ensino Fundamental podem monitorar de forma participativa a qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul?”, conseguimos perceber que as três hipóteses apontadas estão corretas e se complementam. É possível monitorar de forma participativa a qualidade da água na região urbana de Caxias do Sul, através de observação *in loco* e registro fotográfico, através da coleta de amostras de água utilizando equipamentos de monitoramento com posterior análise dos resultados e através de coleta de macroinvertebrados com posterior análise quali-quantitativa dos grupos encontrados. As referidas atividades desenvolveram algumas habilidades nos estudantes:

- percepção do arroio através dos sentidos;
- coleta de amostras de água em campo e utilização de equipamentos de monitoramento;
- análise quali-quantitativa da fauna de macroinvertebrados em cursos d'água;
- avaliação da qualidade da água através de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Estas habilidades foram desenvolvidas ao longo do período de execução do projeto, sensibilizando gradativamente os estudantes quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos. Os registros e vivências que tiveram, tornaram evidentes as causas da poluição no ambiente natural e o quanto o conhecimento e a iniciação científica são importantes para que se possa desempenhar um papel proativo na gestão ambiental, planejando mudanças próximas ou futuras que visam a não poluição do meio aquático. Também conseguiram perceber os efeitos das ações humanas no meio ambiente e refletir sobre possíveis mudanças e métodos que podem ser utilizados para a preservação e conservação de nosso meio ecológico. A possibilidade da iniciação científica no

Ensino Fundamental permite que estudantes possam compreender desde cedo as consequências de algumas ações humanas sobre o ambiente e a importância do meio natural para nossa sobrevivência e, além disso, alertar a sociedade de modo geral sobre as consequências da falta de cuidado com nossos arroios.

## **APOIO E ÓRGÃOS FINANCIADORES**

Este projeto está inserido dentro do Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras – PICMEL em acordo de cooperação entre CAPES/FAPERGS, numa parceria entre a Universidade de Caxias do Sul, através do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BRASIL, ProNEA. 2005. Programa Nacional de Educação Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, 5ª edição, Brasília.
- CALLISTO, M.; M. MORETTI & M. GOULART. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, 6 (1): 71-82.
- BAPTISTA, D.F. 2008. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, 12 (3): 425-441.
- BARBOSA, F. A. R., CALLISTO, M. & GALDEAN, N. 2000. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. *J. Aquat. Ecos. Health & Restoration.*, 4: 51-59.
- MACHADO, J. F. Fazendo a educação ambiental na escola. Programa de Educação Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba: Curso de formação de Professores na área ambiental; Guerra e Barbosa. UFMG/ICB: BH. 1996.
- METCALFE, J. L. 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities. *Environmental Pollution* 60:101-139.
- PALHARES, K.; MAYRINK, N.; MORENO, P.; GOULART, M.; MORETTI, M.; FERREIRA, W.; DINIZ, A.P.; RODRIGUES, L. & CALLISTO, M. Bioindicadores de

Qualidade de Água: a educação ambiental como uma ferramenta de união UFMG – Escolas. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 1:182-189. 2000.

SECCO, M. F. F. V. O Conceito de Bacia Hidrográfica como Instrumento de Educação Ambiental: uma experiência na Escola Bosque de Belém/PA. Departamento de Museologia (DMU)/Serviço de Educação e Extensão Cultural (SEC)/Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). 1998.

SILVEIRA, M.P. QUEIROZ, J. F., BOEIRA, R.C. 2005. Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. Comunicado Técnico Embrapa,19:1-7.

SOARES, M. E. Concepções de Ambiente e Educação Ambiental em professores de ciências: múltiplos significados? Dissertação (Mestrado em Educação). Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG. 1998.

## ANEXO 1

## CRONOGRAMA DE PESQUISA

Ação	nov	dez	jan	Fev	mar	Abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Escola alvo	X												
Grupo de Alunos	X												
Observação Arroio		X				X			X		X		
Coletas no Arroio		X				X			X		X		
Conservação dos macroinvertebrados		X				X			X		X		
Triagem dos macroinvertebrados		X				X	X	X	X	X	X		
Estudos recursos hídricos e IQA			X	X	X	X	X	X					
Identificação dos macroinvertebrados								X	X	X	X	X	
Organizar dados										X	X	X	
Participação em eventos											X	X	
Relatório final													X

Obs: As ações marcadas em verde já foram executadas.

**ANEXO 2**

Arroio Pena Branca (Créditos E. M. E. F. Italo João Balen - dez/2014)

**ANEXO 3**

Coleta de macroinvertebrados no Arroio Pena Branca  
(Créditos E. M. E. F. Italo João Balen - set/2015)

## ANEXO 4



Lavagem e conservação de macroinvertebrados no LACAM - UCS  
(Créditos E. M. E. F. Italo João Balen - dez/2014)

## ANEXO 5



Triagem de macroinvertebrados com lupa binocular  
(Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – jul/2015)

## ANEXO 6



Utilização de sonda multiparâmetro no Arroio Pena Branca  
(Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – jul/2015)

## ANEXO 7



Macroinvertebrados coletados no Arroio Pena Branca  
(Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – dez/2014)

## ANEXO 8



## Relatório de Ensaio

LAPAM – FG 200 rev 04  
Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais



### RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1543/14

Cliente: PROGRAMA DE MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS)

Endereço: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - Petrópolis - Caxias do Sul/RS

Número da amostra: 1543/14

Identificação da amostra: Projeto PICMEL - Ponto único

Responsável pela coleta: O Cliente

Data / hora da coleta: 05/12/2014 10:15

Data / hora do recebimento: 05/12/2014 15:38

Período de execução dos ensaios: 05/12/14 a 18/12/14

Ensaio	Resultado	Metodologia utilizada	Limite de Detecção
Coliformes temotolerantes * (NMP/100mL)	$5,4 \times 10^5$	SMEWW-Método 9221-E [LAPAM PE 042]	1,8
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O <sub>2</sub> / L)	8,3	SMEWW-Método 5210-B [LAPAM PE 023]	1,0
Demanda química de oxigênio* (mg O <sub>2</sub> / L)	35	SMEWW-Método 5220-B [LAPAM PE 002]	5
Fósforo Total * (mg P/L)	1,288	SMEWW-Método 4500-P-E [LAPAM PE 019]	0,010
Nitrato* (mg NO <sub>3</sub> -/L)	6,17	ABNT NBR 12620-1992 [LAPAM PE 013]	0,04
Nitrito (mg NO <sub>2</sub> -/ L)	1,07	SMEWW-Método 4500-NO <sub>2</sub> - B [LAPAM PE 022]	0,03
Nitrogênio amoniacal * (mg NH <sub>3</sub> -N/ L)	8,32	SMEWW-Método 4500-NH <sub>3</sub> B-C [LAPAM PE 006]	3,00
Nitrogênio total kjeldahl* (mg NH <sub>3</sub> -N/L)	10,26	SMEWW-Método 4500-Norg-B [LAPAM PE 013]	2,80
Sólidos dissolvidos totais*(180°) (mg/L)	154,0	SMEWW-Método 2540-C [LAPAM PE 025]	10,0
Sólidos totais*(103-105°C) (mg/L)	162,0	SMEWW-Método 2540-B [LAPAM PE 025]	10,0
Condutividade*** (mS/cm)	289,000	Equipamento de campo	-
ORP*** (mV)	157	Equipamento de campo	-
Oxigênio dissolvido*** (mg O <sub>2</sub> /L)	5,70	Equipamento de campo	-
pH *** (campo)	7,98	Equipamento de campo	-
Temperatura (amostra)*** (°C)	12,68	Equipamento de campo	-
Turbidez*** (NTU)	3,80	Equipamento de campo	-

**LEGENDA:** n.d: não detectado / MBAS: substâncias capazes de formar complexo ou par iônico com azul de metileno / ORP: potencial de redução da oxidação/ NTU: Unidade nefelométrica de turbidez / mV: milivolt / NMP: Número mais provável / mS: Mili Siemes/ \* < as amostras microbiológicas iniciadas com este sinal, configura AUSÊNCIA de crescimento microbiano/ uC: unidade de cor equivalente Hazen ou mg Pt-Co/L/ Prejudicado: análise prejudicada em função da característica da amostra/ n.i: não informado.

**NOTAS:**

1. SMEWW: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (2012), 22ND Edition.
2. ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
3. O Laboratório está cadastrado junto à FEPA M como Laboratório de Análises Ambientais CINTER n° 00039/2014-DL.
4. Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.
5. Relatório de Ensaio só deve ser reproduzido completo. Reprodução em partes requer a aprovação escrita do laboratório.
6. A coleta foi realizada conforme instruções contidas no procedimento auxiliar LAPAM-PA 009: Amostragem, preservação e armazenamento de amostras.
7. Ensaio reconhecido pela Rede Metroológica - RS, de acordo com o Certificado de Reconhecimento N° 3415.
8. \*\*\*Ensaio realizado em campo pelo cliente e constam neste documento a pedido.

Caxias do Sul, 18 de dezembro de 2014.

## ANEXO 9



## Relatório de Ensaio

LAPAM – FG 200 rev 04  
Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais



### RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 0385/15

Ciente: PROGRAMA DE MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS)

Endereço: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - Petrópolis - Caxias do Sul/RS

Número da amostra: 0385/15

Identificação da amostra: Projeto PICMEL - Ponto único

Responsável pela coleta: O Cliente

Data / hora da coleta: 09/04/2015 14:50

Data / hora do recebimento: 09/04/2015 17:01

Período de execução dos ensaios: 09/04/15 a 24/04/15

Ensaio	Resultado	Metodologia utilizada	Limite de Detecção
Coliformes termotolerantes * (NMP/100mL)	$4,9 \times 10^5$	SMEWW-Método 9221-E [LAPAM PE 042]	1,8
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O <sub>2</sub> /L)	12,1	SMEWW-Método 5210-B [LAPAM PE 023]	1,0
Demanda química de oxigênio* (mg O <sub>2</sub> /L)	36	SMEWW-Método 5220-B [LAPAM PE 002]	5
Fósforo Total * (mg P/L)	1,007	SMEWW-Método 4500-P-E [LAPAM PE 019]	0,010
Nitrogênio total kjeldahl* (mg NH <sub>3</sub> -N/L)	14,55	SMEWW-Método 4500-Norg-B [LAPAM PE 013]	2,80
Sólidos totais*(103-105°C) (mg/L)	187,0	SMEWW-Método 2540-B [LAPAM PE 025]	10,0
Condutividade*** (mS/cm)	0,349	Equipamento de campo	-
ORP*** (mV)	138	Equipamento de campo	-
Oxigênio dissolvido*** (mg O <sub>2</sub> /L)	5,20	Equipamento de campo	-
pH *** (campo)	7,04	Equipamento de campo	-
Sólidos dissolvidos totais*** (g/L)	0,227	Equipamento de campo	-
Temperatura (amostra)*** (°C)	22,50	Equipamento de campo	-
Temperatura do ar*** (°C)	25,5	Termométrico	-
Turbidez*** (NTU)	8,00	Equipamento de campo	-

**LEGENDA:** n.d: não detectado / MBAS: substâncias capazes de formar complexo ou par iônico com azul de metileno / ORP: potencial de redução da oxidação/ NTU: Unidade nefelométrica de turbidez / mV: milivolt / NMP: Número mais provável / mS: Mil Siemes/ \* < as amostras microbiológicas iniciadas com este sinal, configura AUSÊNCIA de crescimento microbiano/ uC: unidade de cor equivalente Hazen ou mg Pt-Co/L/ Prejudicado: análise prejudicada em função da característica da amostra/ n.i: não informado.

**NOTAS:**

1. SMEWW: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (2012), 22ND Edition.
2. ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
3. O Laboratório está cadastrado junto à FEPAM como Laboratório de Análises Ambientais CINTER nº 00039/2014-DL.
4. Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada, não sendo permitido sua reprodução parcial.
5. A coleta foi realizada conforme instruções contidas no procedimento LAPAM-PA 009: Amostragem, preservação e armazenamento de amostras.
6. Ensaio reconhecido pela Rede Metroológica - RS, de acordo com o Certificado de Reconhecimento Nº 3415.
7. \*\*\*Ensaio realizado em campo pelo cliente e constam neste documento a pedido.

Caxias do Sul, 24 de abril de 2015.

Kátia Maria Bisol Ramon  
Eng<sup>a</sup> Química - CRQ 5<sup>a</sup> R 05301415  
Responsável Técnico

Código de Segurança: 0AF8F8C44AEB4238E50CF0082178AD99

## ANEXO 10



**Relatório de Ensaio**  
LAPAM – FG 200 rev 04  
Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais



**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1106/15**

Cliente: PROGRAMA DE MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS)

Endereço: Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - Petrópolis - Caxias do Sul/RS

Número da amostra: 1106/15

Identificação da amostra: Projeto PICMEL - Ponto 1

Responsável pela coleta: o Cliente

Data / hora da coleta: 02/09/2015 14:15

Data / hora do recebimento: 02/09/2015 15:59

Período de execução dos ensaios: 02/09/15 a 15/09/15

Ensaio	Resultado	Metodologia utilizada	Limite de Detecção
Coliformes termotolerantes * (NMP/100mL)	5,4 x 10 <sup>5</sup>	SMEWW-Método 9221-E [LAPAM PE 042]	1,8
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O <sub>2</sub> / L)	25,8	SMEWW-Método 5210-B [LAPAM PE 023]	1,0
Demanda química de oxigênio* (mgO <sub>2</sub> /L)	51	SMEWW-Método 5220-B [LAPAM PE 002]	5
Fósforo Total * (mg P/L)	0,333	SMEWW-Método 4500-P-E [LAPAM PE 019]	0,010
Nitrogênio total kjeldahl* (mg NH <sub>3</sub> -N/L)	14,64	SMEWW-Método 4500-Norg-B [LAPAM PE 013]	2,80
Sólidos totais*(103-105°C) (mg/L)	174,5	SMEWW-Método 2540-B [LAPAM PE 025]	10,0
Condutividade*** (mS/cm)	0,299	Equipamento de campo	-
ORP*** (mV)	128	Equipamento de campo	-
Oxigênio dissolvido*** (mg O <sub>2</sub> /L)	6,00	Equipamento de campo	-
pH *** (campo)	7,26	Equipamento de campo	-
Sólidos dissolvidos totais*** (g/L)	0,195	Equipamento de campo	-
Temperatura (amostra)*** (°C)	18,50	Equipamento de campo	-
Temperatura do ar*** (°C)	22,0	Termométrico	-
Turbidez*** (NTU)	14,40	Equipamento de campo	-

LEGENDA: n.d: não detectado / MBAS: substâncias capazes de formar complexo ou par iônico com azul de metileno / NTU: Unidade nefelométrica de turbidez / NMP: Número mais provável / µS: micro Siemens equivalente µmho: microOhms / "<" as amostras microbiológicas iniciadas com este sinal, configura AUSÊNCIA de crescimento microbiano/ uC: unidade de cor equivalente Hanzen ou mg Pt-Co/L Prejudicado: análise prejudicada em função da característica da amostra.

**NOTAS:**

1. SMEWW: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (2012), 22ND Edition.

2. O Laboratório está cadastrado junto à FEPAM como Laboratório de Análises Ambientais sob CINTER sob nº 00039/2014-DL.

3. Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada, não sendo permitido sua reprodução parcial.

4. Ensaio reconhecido pela Rede Metroológica - RS, de acordo com o Certificado de Reconhecimento Nº 3415.

Caxias do Sul, 15 de setembro de 2015.

Kátia Maria Bisol Ramon  
Eng<sup>a</sup> Química - CRQ 5<sup>a</sup> R 05301415  
Responsável Técnico

Código de Segurança: 788F4C6C7CDE8020907C51798DA4341C

**Relatório apresentado na VII MOSTRASEG**

**ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL ITALO JOÃO BALEN**

**ANALOGIAS ENTRE O AQUÁRIO E O ARROIO: ESTRATÉGIA DE ENSINO  
PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**Caxias do Sul**

**2015**

**FELIPE SILVESTRO DA SILVA  
NATIELE BUENO DA ANUNCIÇÃO  
VICTORIA WOLFF DOS SANTOS DA SILVA**

**ANALOGIAS ENTRE O AQUÁRIO E O ARROIO: ESTRATÉGIA DE ENSINO  
PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**Professora Orientadora: Sirlene Bertin  
Professora Supervisora: Vania Elisabete Schneider**

**Caxias do Sul  
2015**

**DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins que estamos cientes e de acordo com as atividades desenvolvidas no projeto “Analogias entre o aquário e o arroio: estratégia de ensino para a aprendizagem significativa” a ser apresentado na VII MOSTRASEG nos dias 23 e 24 de setembro de 2015 na Universidade de Caxias do Sul.

Atenciosamente



---

Elizabeth da Silva Pardi – Diretora – Matrícula 8737



---

Nicole Aline Gatelli – Vice Diretora Manhã – Matrícula 20188

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo representar um ecossistema aquático natural no interior de um aquário, possibilitando a estudantes do Ensino Fundamental fazer analogias entre os ambientes, compreendendo a importância do equilíbrio para a manutenção da vida aquática. Os estudantes participaram de vivências educacionais e ambientais sob orientação de especialistas do Aquarium da Universidade de Caxias do Sul, que consiste na instituição parceira deste projeto, a fim de estabelecer relações entre um aquário e o Arroio Pena Branca, localizado dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, no município de Caxias do Sul. Realizou-se a montagem do aquário na Escola Italo João Balen, monitorado semanalmente com reagentes específicos de parâmetros físico-químicos da água: temperatura, pH, OD, amônia, nitritos e cloro. A cada registro fez-se a interpretação dos resultados, analisando o equilíbrio dos parâmetros e a viabilidade de introduzir os peixes no aquário. Foi realizada pesquisa sobre os seres vivos compatíveis neste meio, selecionando quatro espécies de peixes e uma espécie de molusco. Após a estabilização foi feito o povoamento do aquário, continuando-se o registro e controle semanal dos parâmetros, a fim de garantir o equilíbrio no ecossistema artificial construído. Durante a atividade observou-se motivação e interesse por parte da comunidade escolar, despertando uma sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos ao aquário. Sendo a escola o lugar de educar, pode constituir aprendizados e estimular mudanças de atitudes em pessoas jovens e adultas, uma vez que a aplicação de conceitos de respeito ao meio ambiente no cotidiano, é uma demonstração de que a aprendizagem se tornou significativa.

## **INTRODUÇÃO**

A necessidade do desenvolvimento de uma educação voltada para a discussão de questões relacionadas à conservação e manejo dos recursos naturais é hoje realidade (PALHARES *et al.*, 2000). Porém, uma das maiores dificuldades dos professores tem sido a escassez de recursos didáticos que permitam a transmissão do conteúdo técnico-científico em ecologia utilizando uma linguagem acessível e de fácil compreensão (MACHADO, 1996). Desta forma a construção de um ecossistema artificial torna-se uma ferramenta para despertar para a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas aquáticos análogos a ele.

A partir deste contexto, verificou-se a possibilidade de introduzir um ecossistema artificial na área escolar, representado por um aquário, para possibilitar o acesso dos alunos e professores da escola Italo João Balen ao entendimento relacionado à temática, para que posteriormente possam disseminar o conhecimento obtido com esta prática.

Com isso, pretende-se desenvolver atividades didáticas com os estudantes de ensino fundamental, com o intuito de possibilitar a percepção da diferença entre o meio natural (arroyo) e o meio artificial (aquário). O monitoramento dos parâmetros do aquário permite que os estudantes identifiquem a necessidade de manter a qualidade da água para possibilitar que a presença de organismos vivos auxilie no equilíbrio do ecossistema.

Este projeto consiste em uma parceria entre a Universidade de Caxias do Sul (UCS), através do Instituto de Saneamento Ambiental, e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen, sendo que os recursos utilizados são oriundos da Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa (Fapergs) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O aquarismo é uma atividade de lazer muito praticada no mundo. Por meio do aquário, o aquarista vivencia diariamente o contato com a natureza, observa e acompanha o desenvolvimento das diversas formas de vida em seu aquário.

Além de ser considerado como uma atividade de lazer, o aquário é uma estratégia de ensino de pesquisa com grande potencial educacional. Segundo Ardel e Santos (2012), um aquário é um local inicialmente artificial, mas a partir dos primeiros dias depois de montado vai desenvolvendo sua biologia e se transforma como se fosse um pedaço de rio ou lago. E desta forma, os fenômenos ambientais e os processos físico-químicos de um ecossistema aquático são acompanhados para que haja estabilidade no ecossistema, gerando o seu equilíbrio e conseqüentemente a sobrevivência harmoniosa de todos os seres vivos que estão inseridos neste local, tais como bactérias, peixes, invertebrados e plantas.

Através de um aquário os estudantes podem fazer analogia com um ecossistema aquático. Lara e Góis (2012) ressaltam que as analogias são utilizadas na compreensão de fenômenos que exigem um nível maior de abstração, e geralmente elas aparecem comparando diferentes domínios de conhecimentos. Segundos os mesmos autores, no Ensino de Ciências, as analogias são compreendidas juntamente com os modelos. Para Figueroa *et al* (2005), as analogias e modelos possibilitam para o estudante a reelaboração, acréscimo de informações e a construção de novos conhecimentos sobre aquele já assimilados.

O aquário é considerado um modelo ecológico, pois os estudantes podem observar os elementos bióticos e abióticos que são encontrados nos ambientes naturais. O acompanhamento da adaptação dos animais como peixes e invertebrados, o controle dos fatores abióticos como ph, amônia, nitrito, oxigênio e temperatura, os estudantes passam a compreender a importância de um meio equilibrado, para que se tenha sobrevivência no ecossistema. Diante de um aquário, segundo Schneider *et al* (2008), os estudantes são incentivados a buscar conhecimentos que esclareçam a ecossistêmica e sua complexidade, associando as ações antrópicas e os fenômenos de desequilíbrio que ocorrem nos ambientes naturais, como o aquário.

## **METODOLOGIA**

**Tipo de pesquisa:** experimental

**Início e término da pesquisa:** abril de 2015 a novembro de 2015 (Anexo 1).

**Local da pesquisa e descrição:** a rede Municipal de Ensino de Caxias do Sul é composta por 86 Escolas de Ensino Fundamental e 40 escolas de Educação Infantil conveniadas. Atualmente, mais de 3,2 mil professores atendem cerca de 40 mil alunos, divididos entre a Educação Infantil (Escolas conveniadas ao município), Pré-Escola, Ensino Fundamental, Educação Especial e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A pesquisa se realizou na Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen que atende alunos dos Anos Iniciais e Anos Finais. Nas dependências da escola foi instalado um aquário para a realização das atividades práticas descritas neste relatório.

**Instrumentos de coleta de dados, equipamentos e materiais:**

Mesa, cuba de vidro (capacidade de 65 litros), pedras, água, termômetro, aquecedor (termostato), bomba de ar, plantas artificiais, luz artificial, kit teste para análise do pH, cloro, amônia, oxigênio dissolvido, nitrito, anti cloro, frascos para análise da água. As espécies de peixes e moluscos selecionadas foram:

Peixe plati - *Xiphophorus maculatos*

Peixe espada - *Xiphophorus helleri*

Peixe cascudo - *Ancistrus*

Peixe guppy - *Poecilia reticulata*

Caracol aruá-do-banhado - *Pomacea canaliculata*

**Procedimentos:** Os estudantes participaram de vivências educacionais e ambientais sob a orientação de especialistas do Aquarium da UCS, a fim de se apropriar de conceitos básicos sobre os recursos hídricos e estabelecer relações entre o aquário e o Arroio Pena Branca, localizado dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, no município de Caxias do Sul.

No Aquarium os estudantes foram divididos em duplas e realizaram um circuito envolvendo atividades como: conhecer para preservar, através de quebra-cabeça (Anexo 2). Visualizaram a importância do espaço do Museu de Ciências Naturais da UCS, além da necessidade de preservar a água. Também observaram

imagens e exemplares conservados de seres vivos, parâmetros físico-químicos da água, mitos ou verdades sobre os peixes do Aquarium e ecossistemas aquáticos. Descreveram a montagem e a manutenção de um ecossistema artificial de água doce, oxigenação da água e compararam com as atividades no PICMEL sendo dentre eles, impactos ambientais, seres encontrados no arroio. Após o término das atividades foi realizada a socialização dos resultados e a comparação com as observações do arroio (Anexos 8 e 9).

Na semana após esta visitação, a especialista do Aquarium, visitou a escola e realizou uma atividade prática relacionada à teia alimentar para que os alunos observassem a importância de todos os elementos bióticos e abióticos da natureza e sua interação com todos os seres para um ecossistema equilibrado, além disso, recebendo orientações sobre a montagem do aquário na escola (Anexo 3).

No encontro seguinte foi realizada a montagem do aquário: em um primeiro momento a cuba de vidro com capacidade para 65 litros de água foi higienizada de forma adequada, para posteriormente ser inserido o substrato (pedras) ao fundo do aquário, com espessura mínima de 5 cm. Após, foram instalados os equipamentos: bomba de oxigenação, aquecedor, luz artificial e o termômetro. Em seguida o aquário foi preenchido com água potável (Anexo 4).

Após, foram realizados os testes para verificar o pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e cloro. Os testes foram realizados uma vez por semana até os parâmetros analisados se manterem estabilizados, em condições adequadas para que os peixes fossem inseridos no aquário (Anexo 5).

A cada registro fizeram a interpretação dos resultados, analisando o equilíbrio dos parâmetros e a viabilidade de introduzir os peixes no aquário. Realizaram pesquisa sobre a variedade e quantidade de seres vivos compatíveis para o meio, selecionando quatro espécies de peixes e uma espécie de molusco. Após a estabilização que ocorreu ao final da 7ª semana, realizaram o povoamento do aquário com as espécies, continuando-se o registro e controle semanal dos parâmetros, a fim de garantir o equilíbrio no ecossistema artificial construído (Anexo 6). Estavam sempre atentos para o que acontecia de diferente no aquário como:

alteração dos parâmetros, a mortandade de peixes, os ovos das pomáceas (caramujos).

Na 12ª semana foi feita a troca parcial da água do aquário (50%) e foi adicionado anticloro na proporção de 0,6 ml/5 litros de água. Uma nova troca de água foi efetuada na 19ª semana, pelo motivo de alteração de amônia e mortandade de caramujos e do peixe cascudo. Depois da troca foram realizados novamente os testes dos parâmetros do aquário que estavam estabilizados (Anexo 7).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Durante toda a atividade envolvendo o aquário observou-se motivação e interesse não só dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar, incluindo o público visitante da escola, despertando a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos a ele. Com a inserção do aquário no ambiente escolar, foi possível proporcionar a percepção das semelhanças e diferenças entre o aquário e o arroio, por parte dos estudantes. Esta atividade tornou possível a comparação e discussão da visão de cada um com relação aos dois tipos de ecossistema, chegando à conclusão de que a preservação do meio ambiente é essencial para a vida.

Através do monitoramento do aquário (Anexos 10 e 11) os estudantes observaram que a temperatura teve uma pequena variação, principalmente nos períodos mais frios, devido a problemas técnicos com o aquecedor. O pH da água se manteve estável, já que o pH adequado seria 7,0. A amônia foi o elemento mais difícil de controlar, pois muitas vezes estava alterado. A amônia alterada pode ter causado a morte de alguns peixes do aquário. O nitrito no início estava alterado, com o passar das semanas se estabilizou. O oxigênio dissolvido esteve sempre dentro dos parâmetros adequados, já que a bomba de ar sempre funcionou adequadamente. Foram realizadas duas trocas de 50% da água do aquário com objetivo normalizar a amônia.

O aquarismo na escola proporcionou novas experiências, despertando nos alunos o interesse nas questões ambientais, bem como a convivência em grupo.

Percebe-se também um aprimoramento nas questões de interação e cuidado com os animais, organização e divisão de tarefas, além de despertar o interesse pela pesquisa.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o decorrer do projeto, os alunos estabeleceram inter-relações com os recursos naturais e os seres vivos, valorizando o meio ambiente. Também compreenderam melhor alguns termos usados no meio científico. Ao interagir com o aquário puderam desenvolver uma postura frente às relações entre os seres humanos e os seres vivos relacionando-se de maneira diferente com os ecossistemas, tornando-os ativos nos seus processos de preservação.

A analogia entre o aquário e o arroio torna-se uma estratégia de ensino para aprendizagem significativa dos alunos, pois facilita a compreensão de alguns acontecimentos decorrentes nos dois meios.

A escola como lugar de educar, pode constituir aprendizados e, conseqüentemente, mudanças de atitudes em pessoas jovens e adultas, uma vez que a aplicação de conceitos de respeito ao meio ambiente no cotidiano é uma demonstração de que a aprendizagem se tornou significativa.

## **APOIO E ÓRGÃOS FINANCIADORES**

Este projeto está inserido dentro do Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras – PICMEL em acordo de cooperação entre CAPES/FAPERGS, numa parceria entre a Universidade de Caxias do Sul, através do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) e a Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARDEL, Vinicius Ferreira; SANTOS, Solange Alves Duarte dos. A aquariofilia como ferramenta de educação ambiental para conservação da biodiversidade. Revista Monografia Ambientais, Santa Maria/RS, v. 6, n. 6, p. 1238-1243, mar. 2012.

FIGUEROA, Ana Maria Senac; NAGEM, Ronaldo Luiz; CARVALHO, Ewaldo melo de. Analogias para o conceito de incompatibilidade sanguínea a partir de um modelo de ensino. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências – SENPEC. Nº 5. 2005. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrape/venpec/conteudo/> . Acesso em: de 27 agosto de 2015.

MACHADO, J. F. Fazendo a educação ambiental na escola. Programa de Educação Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba: Curso de formação de Professores na área ambiental; Guerra e Barbosa. UFMG/ICB:BH. 1996.

PALHARES, K.; MAYRINK, N.; MORENO, P.; GOULART, M.; MORETTI, M.; FERREIRA, W.; DINIZ, A.P.; RODRIGUES, L. & CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água: a educação ambiental como uma ferramenta de união UFMG – Escolas. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 1:182-189. 2000.

SCHNEIDER, Vania Elisabete; GIMENEZ, Juliano Rodrigues; STEDILE, Nilva Lúcia Rech. Aprendizagem ativa aplicada ao ensino de ecossistemas aquáticos em curso de Engenharia Ambiental. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. São Paulo, setembro de 2008. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobengeAnteriores/2008artigos/3483-pdf>>. Acesso em:17 de agosto de 2015.

SOARES, M. E. Concepções de Ambiente e Educação Ambiental em professores de ciências: múltiplos significados? Dissertação (Mestrado em Educação). Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG. 1998.

LARA, Moisés da Silva; GÓIS, Jackson. Concepções de Analogias no Ensino de Ciências. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), 2012 Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7446/5268>> Acesso em 12 de agosto de 2015.

**ANEXO 1**  
**CRONOGRAMA DE PESQUISA**

<b>Ação/ 2015</b>	<b>Mar</b>	<b>abr</b>	<b>mai</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>Nov</b>	<b>dez</b>
Escola alvo	X									
Grupo de Alunos	X									
Observação Arroio		X			X		X			
Visita e estudo no UCS Aquarium		X								
Treinamento com especialista		X	X							
Montagem do aquário na escola			X							
Testes parâmetros do aquário			X	X						
Introdução de peixes e moluscos					X					
Monitoramento dos parâmetros					X	X	X	X	X	X
Organizar dados							X	X		
Participação em eventos							X	X		
Relatório final									X	

Obs: As ações marcadas em verde já foram executadas.



ANEXO 2

Visita e estudo no UCS Aquarium (Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – abril/2015)

## ANEXO 3



Treinamento na escola com especialistas do UCS Aquarium (Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – maio/2015)

## ANEXO 4



Montagem do aquário na escola (Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – maio/2015)

## ANEXO 5



Testes dos parâmetros do aquário (Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – maio e junho/2015)

## ANEXO 6



Introdução dos peixes e moluscos no aquário.  
(Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – julho/2015)

## ANEXO 7



Monitoramento do aquário (Créditos E. M. E. F. Italo João Balen – jul a set/2015)

**ANEXO 8**  
**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS**  
**INSTITUTO DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INICIAL**

Abaixo estão listadas algumas afirmativas sobre questões ambientais e a aprendizagem na escola. Por gentileza, responda se você “concorda plenamente”, “concorda mais ou menos” ou “discorda” das afirmativas.

**QUESTÕES AMBIENTAIS**

	<b>Concordo plenamente</b>	<b>Concordo mais ou menos</b>	<b>Discordo</b>
Meio Ambiente é a interação entre os seres vivos e destes com o ambiente, de modo que um ser depende do outro e de diversos fatores ambientais para a sua sobrevivência.			
O tema meio ambiente é de grande importância para a sociedade.			
Ações de educação ambiental são mais bem compreendidas quando a teoria é aplicada na prática.			

**APRENDIZAGEM NA ESCOLA**

(continua)

	<b>Concordo plenamente</b>	<b>Concorda mais ou menos</b>	<b>Discorda</b>
Nas aulas, os professores utilizam com maior frequência o quadro-negro para explicar e trabalhar os conteúdos.			
Para explicar os conteúdos, nas aulas, os professores utilizam diversas estratégias, como datashow, cartazes, filmes, aulas práticas, saídas a campo.			
O tema educação ambiental é desenvolvido em sala de aula pelos professores.			
A partir dos assuntos vistos em sala de aula sobre o meio ambiente, ocorre uma conscientização da necessidade de preservar o mesmo.			
O tema água é desenvolvido pelos professores na escola.			

(conclusão)

	<b>Concordo plenamente</b>	<b>Concorda mais ou menos</b>	<b>Discorda</b>
É importante que os professores desenvolvam em sala de aula o tema água, para que os estudantes se tornem cidadãos responsáveis e comprometidos com o meio ambiente.			
Por meio da montagem e manutenção de um aquário em sala de aula, seria possível adquirir novos conhecimentos e se conscientizar sobre a preservação do meio ambiente.			
Se a atividade de aquarismo fosse desenvolvida na escola, os estudantes juntamente com os professores seriam os construtores do aquário e auxiliariam na manutenção e equilíbrio.			

## ANEXO 9

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS  
INSTITUTO DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

**Roteiro de aprendizagem:  
UCS *AQUARIUM*: CONHECER PARA PRESERVAR**

Conhecendo o *Aquarium*... montem o quebra-cabeça e descubram a importância deste espaço do Museu de Ciências Naturais da UCS. Após a montagem, citem três palavras-chaves que definem este espaço.

.....

.....

.....

**Vamos refletir?**

**CONSIDERANDO O QUE VOCÊ VIU NO QUEBRA-CABEÇA, POR QUE HÁ  
NECESSIDADE DE SE PRESERVAR OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS?**

**RESPONDA NO ESPAÇO DISPONÍVEL ABAIXO.**



.....

.....

.....

.....

.....

No Reino Animalia, a Classe dos Peixes é dividida em peixes ósseos e cartilagosos. Observem as imagens e os exemplares de peixes que estão disponíveis e diferenciem peixes ósseos de cartilagosos.

<b>Peixes ósseos</b>	<b>Peixes cartilagosos</b>
<i>Principais características:</i> ..... ..... ..... .....	<i>Principais características:</i> ..... ..... ..... .....
<i>Exemplos:</i> ..... ..... ..... .....	<i>Exemplos:</i> ..... ..... ..... .....

**Vamos refletir?** 

**OS PEIXES ENCONTRADOS NO AQUARIUM SÃO ÓSSEOS OU CARTILAGINOSOS?**

**RESPONDA NO ESPAÇO DISPONÍVEL ABAIXO.**

.....

Observem o aquário de água doce que possui peixes kinguio. O que ele possui para garantir o bom funcionamento, ou seja, para que os peixes sobrevivam no ecossistema?

.....

.....

.....

.....

.....

Para a montagem e manutenção de um ecossistema artificial de água doce são necessários alguns equipamentos e acessórios. Observe cada um deles, indique sua legenda e associe-os a sua função.

Equipamentos / Acessórios	Funções

### Vamos refletir?

**NO ARROIO ONDE REALIZAMOS AS COLETAS DO PROJETO (ARROIO PENA BRANCA, CAXIAS DO SUL), COMO OCORRE A OXIGENAÇÃO DA ÁGUA?  
RESPONDA NO ESPAÇO DISPONÍVEL ABAIXO.**



.....

.....

.....

.....

**MANANCIAIS** são corpos d'água, superficiais ou subterrâneos, fontes de água para utilização em diversos fins como, por exemplo, o abastecimento para consumo humano.

Os **MANANCIAIS SUPERFICIAIS** são constituídos pelos corpos d'água que ocorrem na superfície terrestre.

*Exemplos:* rios, riachos, córregos, lagos, represas, etc.



Com base nas definições acima, explique de que forma os diversos mananciais podem ser negativamente impactados pelas atividades humanas:

.....

.....

.....

.....

No Arroio Pena Branca, quais impactos ambientais pudemos observar?

.....

.....

.....

.....

Durante nossas atividades em campo no Arroio Pena Branca, quais seres vivos identificamos associados ao ecossistema? Quais não identificamos e você imagina ocorrer?

.....

.....

.....

.....

Para que haja equilíbrio em um ecossistema aquático, seus parâmetros físico-químicos precisam estar de acordo:

<b>Ph</b>	
Verifiquem como estão os parâmetros das amostras de água (conforme escala de cores):	
<b>Amostra A:</b> ..... ..... .....	<b>Amostra B:</b> ..... ..... .....

O que o parâmetro pH significa em uma amostra d'água?

.....

.....

.....

### Amônia e Nitrito

Verifiquem a presença de amônia e nitrito na amostra de água (conforme escala de cores):

Amônia	Nitrito
Amostra C: .....	Amostra C: ..... .....

Que influência a amônia e o nitrito têm no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos?

.....

.....

.....

Em um ecossistema de água doce, a amônia e o nitrito são resultados de quais fatores?

.....

.....

.....

## 9 Caça-palavras... *Água*...

9.1 Os recursos hídricos são responsáveis pela oferta de água para os mais variados usos (abastecimento público, dessedentação animal, irrigação, atividades industriais, dentre outras). Os cursos d'água, tanto superficiais quanto subterrâneos, que são responsáveis por suprir estas demandas, podem ser denominados .....

9.2 Conforme você já estudou, o ciclo hidrológico envolve diversas etapas. Cite ao menos três.

9.3 Durante o ciclo hidrológico, na fase de precipitação a água cai da atmosfera sob a superfície da Terra por meio da chuva, neve ou geada. O escoamento ..... consiste no deslocamento da água precipitada que não infiltrou no solo e não retornou à atmosfera na forma de vapor.

9.4 O ..... refere-se ao acúmulo de sedimentos nos cursos d'água, ocasionando a redução da profundidade do canal e conseqüente redução do volume de água escoada. Este processo pode acentuar a ocorrência de inundações, além de comprometer a qualidade da água.

9.5 Os fatores ..... são aqueles ocasionados pela presença de seres vivos ou suas relações.

9.6 São fatores ..... : a água, o solo e os demais componentes da biosfera que não possuem vida.

9.7 São considerados alguns exemplos de poluentes da água: ..... doméstico e ..... agrícola.

9.8 Alguns usos dados as águas: abastecimento ....., abastecimento industrial, .....

9.9 São alguns dos testes realizados para verificação dos parâmetros físico-químicos da água: pH, ..... e .....

9.10..... é vida. Pequenas ações no dia a dia contribuem para evitar o desperdício. ...., utilize a água com consciência.

E	V	A	P	O	R	A	Ç	A	O	V	F
T	R	B	E	A	N	S	L	I	P	A	C
A	M	I	T	S	N	I	A	L	R	S	S
B	I	O	N	I	G	L	I	T	E	S	R
A	D	T	A	N	F	O	R	O	C	O	I
S	I	I	Z	B	R	L	T	T	I	R	Ç
O	N	C	I	U	I	Z	S	O	P	E	S
C	F	O	L	Z	C	O	U	Y	I	A	I
O	I	S	I	N	A	G	D	U	T	M	A
C	L	N	T	R	I	O	N	I	A	E	I
I	T	E	R	E	E	T	I	I	Ç	N	C
L	R	E	E	G	O	Z	R	T	A	T	N
B	A	S	F	A	U	G	A	I	O	O	A
U	Ç	D	O	E	N	C	T	L	T	B	N
P	A	N	B	I	O	T	I	C	O	S	A
C	O	I	C	O	T	I	R	T	I	N	M
D	L	A	I	C	I	F	R	E	P	U	S
D	A	A	G	A	M	O	N	I	A	S	P
C	O	L	A	B	O	R	E	S	O	L	W

## ANEXO 10



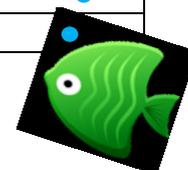
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
 MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS  
 INSTITUTO DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
 PROJETO PICMEL 2015 – O AQUÁRIO NA ESCOLA

Monitoramento – Aquário

Meses	Data	Temperatura	pH	Amônia	Nitrito	Oxigênio dissolvido	Troca da água
Maio	20/05	-----	7,5	1,00	0,25	-----	-----
	27/05	20 <sup>0</sup> C	7,5	1,00	0,50	11,0	
Junho	03/06	18 <sup>0</sup> C	7,5	0,00	1,00	11,0	
	10/06	21 <sup>0</sup> C	7,5	0,00	1,75	11,0	
	17/06	17 <sup>0</sup> C	7,5	0,00	0,00	11,0	
	24/06	14 <sup>0</sup> C	6,8	0,00	0,00	11,0	
Julho	01/07	18 <sup>0</sup> C	7,5	0,25	0,00	11,0	
	08/07	17 <sup>0</sup> C	7,5	0,00	0,00	11,0	
	17/07	16 <sup>0</sup> C	7,5	0,25	0,00	11,0	
	23/07	16 <sup>0</sup> C	7,5	0,25	0,00	11,0	
Agosto	05/08	22 <sup>0</sup> C	7,5	0,25	0,00	11,0	50%
	13/08	22 <sup>0</sup> C	7,5	0,00	0,00	11,0	
	19/08	20 <sup>0</sup> C	7,5	0,25	0,00	11,0	
	26/08	18 <sup>0</sup> C	7,5	0,00	0,00	11,0	
Setembro	01/09	18 <sup>0</sup> C	7,2	0,50	0,00	11,0	
	09/09	18 <sup>0</sup> C	7,5	0,25	0,00	11,0	50%
Outubro							
Novembro							
Dezembro							

**Observações sobre o aquário:**

Data	 Observações
01/07	Vieram 15 peixes e 5 caracóis pomácea
02/07	Veio um cascudo. Os caracóis pomácea já comeram vários resíduos
14/07	Apareceram ovos de cor coral na madeira do aquário, acima do vidro e fora da água mais ou menos 60 ovos, apareceram uns fios brancos que parecem ser do pé caramujos.
23/07	Outro aglomerado de ovos, idem acima
05/08	Surgiu mais um grupo de ovos. O peixe espada morreu e um dos caramujos está comendo-o. O cascudo sumiu. (provavelmente ele morreu e foi devorado) Foi feita a troca de 50% da água, foi acrescentado anticloro (aproximadamente 0,6ml/5 litros de água)
11/08	Foi acrescentado um novo cascudo. Têm 6 grupos de ovos de caramujos
19/08	Apareceu um novo grupo de ovos de caramujos. Alguns ovos eclodiram
01/09	Um dos peixes espada morreu e foi devorado pelos caramujos.
02/09	Foi observado alguns caramujos minúsculos alojados nas pedras.
02/09	Foram encontrados 4 caramujos e o um cascudo morto, além de uma semente de bergamota. Foi realizada a troca da água e remoção dos organismos mortos.



**1ª SEAC – CENT Campus dos Vinhedos – UCS****O USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS) COMO TEMÁTICA PARA O DESPERTAR DA VOCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

*Autores: Anarisa Fátima Carminatti-[anarisacarminatti@hotmail.com](mailto:anarisacarminatti@hotmail.com); Sirlene Bertin-[sirlenebertin@hotmail.com](mailto:sirlenebertin@hotmail.com); Elis Marina Tonet-[elistonet@gmail.com](mailto:elistonet@gmail.com); Alien Mavi Fontoura Frantz-[mavifrantz@hotmail.com](mailto:mavifrantz@hotmail.com);*

*Professor coordenador: Vania Elisabete Schneider-[veschnei@ucs.br](mailto:veschnei@ucs.br);*

*Professor colaborador: Cláudia Pinto Machado- [cpmachado4@ucs.br](mailto:cpmachado4@ucs.br)*

*Colaboradores: Amanda Severo Rossa, Eduardo Bandeira e Vera Mithiele de Lima Tormes*

*Mestrado Profissional em Engenharia e Ciências Ambientais/Centro de Ciências Exatas e Tecnologia/Universidade de Caxias do Sul*

**Resumo**

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de monitoramento de qualidade da água de um córrego da região urbana do município de Caxias do Sul, envolvendo estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública. Para realização de amostragens de qualidade da água e coleta de macroinvertebrados bentônicos foi definido um ponto na Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, em Caxias do Sul. As atividades de campo ocorreram em diferentes estações do ano: dezembro de 2014 (verão); abril de 2015 (outono); julho de 2015 (inverno) e setembro de 2015 (primavera). Parâmetros químicos, tais como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Oxigênio Dissolvido (OD) foram analisados em laboratório, enquanto que parâmetros físicos, tais como temperatura, pH, condutividade elétrica e turbidez foram avaliados em campo por meio de sonda multiparâmetro. As etapas de coleta, acondicionamento e triagem dos macroinvertebrados foram realizadas de acordo com metodologia específica, tendo sido realizadas pelos estudantes de Ensino Fundamental e supervisionadas por professores e técnicos do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, bem como por estudantes de graduação do curso de Biologia/CARVI. A classificação taxonômica foi realizada até o nível de ordem e baseada em bibliografia especializada. Os resultados preliminares apontam que as águas do Arroio Pena Branca estão comprometidas em termos de qualidade, já que foram encontrados, predominantemente, grupos de macroinvertebrados tolerantes à poluição. Podem-se perceber os efeitos das ações antrópicas no ambiente natural e o quanto o conhecimento científico é importante para que se possa desempenhar um papel proativo na gestão ambiental. Os resultados também promoveram conscientização nos estudantes em relação aos fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, despertando para a visão da importância da preservação do ambiente aquático para a manutenção da vida. O envolvimento dos alunos de Ensino Fundamental nas atividades de pesquisa demonstrou-se uma importante ferramenta para a compreensão das metodologias científicas e sua aplicabilidade em atividades de biomonitoramento ambiental.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento, Recursos Hídricos, Iniciação Científica

**Área:** Iniciação Científica, Gestão Ambiental.



## O USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS) COMO TEMÁTICA PARA O DE SPERTAR DA VOCAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

### MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS



Aperfeiçoando o futuro profissional

Anarisa Fátima Carminatti - [AFCarminatti@ucs.br](mailto:AFCarminatti@ucs.br)  
 Sirlene Bertin - [sirlenebertin@hotmail.com](mailto:sirlenebertin@hotmail.com)  
 Elis Marina Tonet - [elistonet@gmail.com](mailto:elistonet@gmail.com)  
 Alien Mavi Fontoura Frantz - [mavifrantz@hotmail.com](mailto:mavifrantz@hotmail.com)

Dra. Vania Elisabete Schneider - Professor Coordenador  
 Dra. Cláudia Pinto Machado - Professor Colaborador  
 Colaboradores: Amanda Severo Rossa  
 Eduardo Bandeira  
 Vera Mithiele de Lima Tormes

### Introdução e Objetivos

O uso dos macroinvertebrados como bioindicadores de alteração de ambientes deve-se a vários fatores, como ciclo de vida suficientemente longos, amostras qualitativas de fácil amostragem, ampla gama de tolerância ambiental e amplo espectro de respostas frente a diferentes níveis de contaminação (CALLISTO *et al.*, 2001).

Este trabalho objetiva apresentar uma proposta para monitoramento de qualidade da água de um córrego da região urbana do município de Caxias do Sul, através desses bioindicadores, envolvendo estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública.

Figura 1 – Arroio Pena Branca



Créditos ISAM – UCS – dez/2014

### Materiais e Métodos

Para a coleta de macroinvertebrados bentônicos e de amostras de água, foi definido um ponto na microbacia hidrográfica do Arroio Pena Branca (Figura 1), localizada na bacia hidrográfica do Rio Cai, em Caxias do Sul, nas proximidades da Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen.

As atividades de campo ocorreram em diferentes estações do ano: dezembro de 2014 (verão); abril de 2015 (outono); julho de 2015 (inverno) e setembro de 2015 (primavera). A qualidade da água foi avaliada através dos seguintes parâmetros químicos: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD) e parâmetros físicos: temperatura, pH, Potencial de Oxi-Redução (ORP), condutividade elétrica e turbidez. Os parâmetros foram detectados através de uma sonda multiparâmetros e análises laboratoriais.

Figura 2 – Utilização de sonda multiparâmetros para coleta de dados.



Créditos ISAM – UCS – jul/2015

As etapas de coleta, acondicionamento e triagem dos macroinvertebrados foram realizadas conforme metodologia específica (SILVEIRA *et al.*, 2005) pelos estudantes de Ensino Fundamental e supervisionadas por professores e técnicos do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, bem como por estudantes de graduação de Ciências Biológicas (Figura 3). A classificação taxonômica foi realizada até o nível de ordem e baseada em bibliografia especializada (FERNANDES & DOMÍNGUEZ, 2001).

Figura 3 – Triagem/classificação de macroinvertebrados bentônicos.

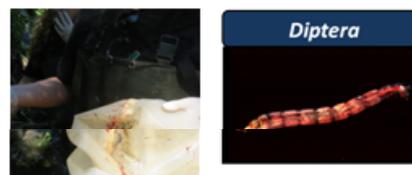


Créditos ISAM – UCS – Jun/2015

### Resultados

Os resultados preliminares apontam que a qualidade das águas do Arroio Pena Branca está comprometida, visto que foram encontrados predominantemente grupos de macroinvertebrados tolerantes à poluição. A Figura 4 representa os macroinvertebrados aquáticos coletados, pertencentes a ordem Diptera - Chironomidae, sendo que algumas espécies desta família são consideradas bioindicadoras de ecossistemas alterados.

Figura 4 – Macroinvertebrados aquáticos coletados.



Créditos ISAM – UCS – dez/2014

### Conclusões e Perspectivas

Os resultados apontam que é possível monitorar a qualidade da água em regiões urbanas, tanto com a análise da qualidade da água utilizando equipamentos de monitoramento e métodos laboratoriais, quanto através da análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados encontrados na água. O projeto promoveu a conscientização dos estudantes com relação aos fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, despertando a visão da importância de preservar o ambiente aquático para a manutenção da vida. O envolvimento dos alunos de Ensino Fundamental nas atividades de pesquisa demonstrou-se uma importante ferramenta para a compreensão das metodologias científicas e sua aplicabilidade em atividades de biomonitoramento ambiental.

### Agradecimentos

- Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras – PICMEL - CAPES/FAPERGS;
- Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul;
- Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen.

### Referências

- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. 2005. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. *Comunicação Técnico-Embrapa*, 19: 1-7.
- FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. (Ed.). 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán, 282 p.
- CALLISTO, M.; MORETTI & M. GOU LART. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como o ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, 6 (1): 71-82.

**1ª SEAC – CENT Campus dos Vinhedos – UCS****O AQUÁRIO E O ARROIO: A IMPORTÂNCIA DAS ANALOGIAS NA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL**

*Autores: Anarisa Fátima Carminatti - [anarisacarminatti@hotmail.com](mailto:anarisacarminatti@hotmail.com); Sirlene Bertin - [sirlenebertin@hotmail.com](mailto:sirlenebertin@hotmail.com); Janete Maria Scopel - [jmscopel@ucs.br](mailto:jmscopel@ucs.br); Verônica Casagrande - [vecasagrande@hotmail.com](mailto:vecasagrande@hotmail.com)*

*Professor coordenador: Vania Elisabete Schneider - [veschnei@ucs.br](mailto:veschnei@ucs.br)*

*Colaboradores: Felipe Silvestro da Silva, Natiele Bueno da Anunciação e Victoria Wolff dos Santos da Silva*

*Mestrado Profissional em Engenharia e Ciências Ambientais/Centro de Ciências Exatas e Tecnologia/Universidade de Caxias do Sul*

**Resumo**

A água é um recurso natural imprescindível à sobrevivência das diferentes formas de vida. Sendo um recurso destacado como fonte de vida, é preciso intensificar as ações que visem mitigar os problemas relacionados à sua escassez. A escola é um espaço de educação importante para as ações de sensibilização ambiental, pois proporciona que os estudantes reflitam, podendo tornar-se conscientes e responsáveis perante o meio em que vivem. Objetivando reconhecer a importância do equilíbrio de um ecossistema de água doce para a manutenção da vida aquática, estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen, de Caxias do Sul, RS, vivenciaram atividades práticas ambientais. Inicialmente visitaram o Arroio Pena Branca, localizado dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, na mesma cidade. Neste ambiente realizaram coletas de macroinvertebrados e analisaram os parâmetros físico-químicos da água. Em seguida, participaram de uma sequência didática no *Aquarium*, espaço de educação não formal da Universidade de Caxias do Sul. As atividades envolveram a importância, a montagem, os equipamentos, compatibilidade de peixes, alimentação e outras particularidades de um aquário. Após estas vivências, os estudantes foram estimulados a realizar montagem e manutenção de um aquário na escola. Com o ecossistema artificial em funcionamento e a partir das vivências ambientais praticadas, os estudantes realizaram analogias entre o aquário e o Arroio Pena Branca, reconhecendo semelhanças entre os dois ecossistemas. Observaram que para que haja a sobrevivência dos seres vivos no aquário é preciso que diversos fatores estejam em equilíbrio, dentre eles os fatores físico-químicos, do mesmo modo que em um ecossistema natural. Durante as analogias foram destacadas as questões de impactos ambientais, sendo analisados os prejuízos que acarretariam ao aquário e ao meio aquático natural. Os estudantes realizaram diversas reflexões sobre medidas para mitigar estes impactos relacionados à preservação dos recursos hídricos. A partir destas vivências práticas, os estudantes demonstraram envolvimento com as questões ambientais e foram possibilitados a refletir sobre sua atuação no meio em que vivem, favorecendo a sua formação e sensibilização ambiental.

**Palavras-chave:** Aquarismo, Analogias, Educação Ambiental.

**Área:** Educação Ambiental, Gestão Ambiental.



# O AQUÁRIO E O ARROIO: A IMPORTÂNCIA DA ANÁLOGIAS NA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

## MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**seac**  
**UCS-CENT**  
Aperfeiçoando o futuro profissional

Anarisa Fátima Carminatti - [AFCarminatti@ucs.br](mailto:AFCarminatti@ucs.br)  
Sirlene Bertin - [sirlenebertin@hotmail.com](mailto:sirlenebertin@hotmail.com)  
Janete Maria Scopel - [jmscopel@ucs.br](mailto:jmscopel@ucs.br)  
Verônica Casagrande - [vecasagrande@hotmail.com](mailto:vecasagrande@hotmail.com)

Dra. Vania Elisabete Schneider  
Professor Coordenador  
Colaboradores: Felipe Silvestro da Silva  
Natiele Bueno da Anuniação  
Victoria Wolff dos Santos da Silva

### Introdução e Objetivos

A água é um recurso natural imprescindível à sobrevivência das diferentes formas de vida. Sendo um recurso destacado como fonte de vida, é preciso intensificar as ações que visam mitigar os problemas relacionados à sua escassez (SCHNEIDER, et al., 2008). A escola é um espaço de educação importante para as ações de sensibilização ambiental, pois proporciona que os estudantes reflitam, podendo tornar-se conscientes e responsáveis perante o meio em que vivem. Objetivando reconhecer a importância do equilíbrio de um ecossistema de água doce para a manutenção da vida aquática, estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen de Caxias do Sul, RS, vivenciaram atividades práticas ambientais (Figura 1).

Figura 1 – Vivência dos estudantes no Arroio Pena Branca.



Créditos ISAM – UCS – dez/2014

### Materiais e Métodos

Os estudantes realizaram coletas de macroinvertebrados e analisaram os parâmetros físico-químicos da água do Arroio Pena Branca, localizado dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Cai, na mesma cidade. Num segundo momento, participaram de atividades didáticas no Aquarium, espaço de educação não formal da Universidade de Caxias do Sul. As atividades abordaram a importância, a montagem, os equipamentos, compatibilidade de peixes, alimentação e outras particularidades de um aquário (Figura 2).

Figura 2 – Vivência dos estudantes no Aquarium do MUCS.



Créditos ISAM – UCS – abril/2015

Após estas vivências, os estudantes foram estimulados a realizar montagem e manutenção de um aquário na escola, como ferramenta de educação ambiental (ARDEL & SANTOS, 2012). Realizaram, semanalmente, os testes para verificar o pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrato e cloreto até os parâmetros analisados se manterem estabilizados (Figura 3). Também realizaram atividade prática relacionada à tela alimentar para que observassem a importância de todos os elementos bióticos e abióticos da natureza e sua interação para um ecossistema equilibrado. Com o ecossistema artificial em funcionamento e a partir das vivências ambientais praticadas, os estudantes elaboraram analogias entre o aquário e o Arroio Pena Branca, reconhecendo semelhanças entre os dois ecossistemas.

Figura 3 – Montagem e povoamento do aquário.



Créditos ISAM – UCS – mai/jul/2015

### Resultados

Através do monitoramento do aquário (Figura 4), os estudantes observaram que a temperatura teve uma pequena variação, principalmente nos períodos mais frios, devido a problemas técnicos com o aquecedor. O pH da água se manteve estável em 7,5. A amônia foi o parâmetro que sofreu maiores alterações, podendo ser uma das causas da morte de alguns peixes do aquário. Inicialmente, o nitrato estava alterado, com o passar das semanas estabilizou. O oxigênio dissolvido esteve sempre dentro dos parâmetros adequados. Foram realizadas duas trocas de 50% da água do aquário com objetivo de normalizar a amônia.

Figura 4 – Controle de parâmetros do aquário.

Mês/2015	Data	Temperatura	pH	Amônia	Nitrato	Oxigênio Dissolvido	Troca da água
Maio	26/05	20°C	7,5	1,00	0,25	—	—
	27/05	20°C	7,5	1,00	0,50	—	—
	03/06	18°C	7,5	0,00	1,00	—	—
Junho	10/06	21°C	7,5	0,00	1,75	—	—
	17/06	17°C	7,5	0,00	0,00	—	—
	24/06	17°C	6,8	0,00	0,00	—	—
Julho	01/07	18°C	7,5	0,25	0,00	—	—
	08/07	17°C	7,5	0,00	0,00	—	—
	15/07	18°C	7,5	0,25	0,00	—	—
Agosto	23/07	18°C	7,5	0,25	0,00	—	—
	05/08	22°C	7,5	0,25	0,00	—	50%
	13/08	22°C	7,5	0,00	0,00	—	—
Setembro	19/08	20°C	7,5	0,25	0,00	—	—
	26/08	18°C	7,5	0,00	0,00	—	—
	01/09	18°C	7,5	0,00	0,00	—	—
Outubro	09/09	18°C	7,5	0,25	0,00	—	—
	16/09	18°C	7,5	0,25	0,00	—	50%
	23/09	18°C	7,5	0,25	0,00	—	—
	30/09	18°C	7,5	0,25	0,00	—	—

### Conclusões e Perspectivas

Foi possível estabelecer inter-relações com os recursos naturais e os seres vivos, valorizando o meio ambiente. Os estudantes compreenderam alguns termos técnicos usados no meio científico. Ao interagirem com o aquário e o arroio desenvolveram uma postura diferente com os ecossistemas, tornando-se ativos nos seus processos de preservação. A analogia entre o aquário e o arroio tornou-se uma estratégia de ensino para aprendizagem ativa dos alunos, pois facilitou a compreensão de alguns acontecimentos recorrentes nos dois meios.

### Agradecimentos

- Programa de Iniciação em Ciências, Matemática, Engenharias, Tecnologias Criativas e Letras – PICMEL – CAPES/FAPERGS;
- Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) e Museu de Ciências Naturais (MUCS) da Universidade de Caxias do Sul;
- Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen.

### Referências

- ARDEL, V. F.; SANTOS, S. A. D. 2012. A aquarofilia como ferramenta de educação ambiental para conservação da biodiversidade. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria/RS, v. 6, n. 6, p. 1238-1243.
- SCHNEIDER, V. E.; GIMENEZ, J. R.; STEDILE, N. L. R. Aprendizagem ativa aplicada ao ensino de ecossistemas aquáticos em curso de Engenharia Ambiental. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. São Paulo, setembro de 2008.



**XXIV Encontro de Jovens Pesquisadores  
VI Mostra Acadêmica de Inovação e Tecnologia**

04 a 06 de outubro de 2016 • Cidade Universitária • Caxias do Sul  
Inscrições de trabalhos de 27/06 a 29/07



"Trilha Picmel": criação de um jogo em meio digital como ferramenta de educação ambiental.

Eduardo Bandeira (PIBIC-CNPq Ensino Médio), Felipe Silvestro da Silva (PIBIC-CNPq Ensino Médio), Anarisa Carminatti, Gisele Cemin e Roberto Canuto Spiandorello, Vania Elisabete Schneider (Orientadora).

### **Resumo**

O Projeto de Educação Ambiental Picmel, realizado pelo Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul no ano de 2015, na Escola Italo João Balen, localizada no município de Caxias do Sul, teve por objetivo despertar a vocação científica de jovens do ensino fundamental a partir de práticas relacionadas a temática ambiental bem como sensibilizar a comunidade escolar, através de atividades realizadas pelos alunos do projeto. Como produto do projeto obteve-se a confecção de um jogo de tabuleiro, chamado "Trilha Picmel", confeccionado com o auxílio dos alunos participantes do mesmo para posteriormente ser aplicado aos demais alunos da escola. O objetivo principal do jogo foi a sensibilização ambiental dos alunos através de uma ferramenta lúdica. Em virtude do sucesso obtido com a confecção do jogo de educação ambiental, no ano de 2016 dois alunos do ensino médio, que atuaram diretamente no projeto, foram convidados a transformar o jogo de tabuleiro em um jogo digital. Através de uma bolsa de iniciação científica, os alunos iniciaram o desenvolvimento do jogo em meio digital, com o apoio dos técnicos e bolsistas do Instituto de Saneamento Ambiental. Inicialmente os alunos foram orientados sobre o funcionamento do programa Adobe Illustrator, permitindo a elaboração da paisagem que compõem o jogo bem como a área que será utilizada no mesmo. Da mesma forma, os alunos aprenderam a digitalizar os demais componentes do jogo, como: cartas, guia de instruções, perguntas, legenda, dicionário, além de outras informações essenciais para o funcionamento adequado do mesmo. A partir desta experiência os alunos desenvolveram habilidades e aprenderam a utilizar algumas ferramentas digitais bem como tiveram a oportunidade de revisar os conceitos referentes à temática ambiental presentes no jogo. Após a finalização do jogo em meio digital, espera-se torná-lo acessível para acesso da população, tornando-se um instrumento de sensibilização da comunidade e que também possa ser utilizada no apoio a educação ambiental no meio escolar.

Palavras-chave: educação ambiental, sensibilização, jogo digital.

Apoio: UCS-ISAM-CNPq.

**XXIV Encontro de Jovens Pesquisadores**  
**VI Mostra Acadêmica de Inovação e Tecnologia**

04 a 06 de outubro de 2016 – Cidade Universitária - Caxias do Sul



**UCS**  
UNIVERSIDADE  
DE CAXIAS DO SUL

## "TRILHA PICMEL": CRIAÇÃO DE UM JOGO EM MEIO DIGITAL COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Autor: Eduardo Bandeira e Felipe Silvestro da Silva (Bolsista PIBIC/CNPq Ensino Médio) – e-mail: [bandeira.edu@outlook.com](mailto:bandeira.edu@outlook.com); [felipe5.125@outlook.com](mailto:felipe5.125@outlook.com)

Colaboradores: Roberto Canuto Splandorello  
Orientadora: Profa. Dra. Vania E. Schneider

---

### INTRODUÇÃO

"Projeto PICMEL"

➔

Confeção de um jogo de tabuleiro com o auxílio dos alunos

Utilização nas escolas locais

➔

Ferramenta de educação ambiental

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

- No momento o jogo de tabuleiro está sendo digitalizado, juntamente com os assessórios que o compõem (cartas, peças, etc).
- A Figura 1 apresenta o jogo de tabuleiro em meio físico confeccionado no projeto PICMEL.

Figura 1 – Jogo de tabuleiro confeccionado no projeto PICMEL



### OBJETIVO

Estruturar e patentear um jogo de tabuleiro, confeccionado no projeto PICMEL como ferramenta para educação ambiental.

### METODOLOGIA

A seguir são apresentadas as etapas da metodologia utilizada:

- 1 • desenhar, em um editor de imagem, o tabuleiro do jogo educativo confeccionado;
- 2 • confeccionar o manual do usuário para utilização do jogo educativo;
- 3 • aplicar o jogo de tabuleiro a três públicos distintos;
- 4 • solicitar a patente do jogo; disponibilizar o jogo e o manual do usuário para download;
- 5 • confeccionar o jogo em meio físico para distribuição junto as instituições de ensino;
- 6 • publicar, através de artigos técnicos, os resultados obtidos ao longo do projeto.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste projeto espera-se contribuir com a formação de cidadãos mais conscientes e ambientalmente éticos, que poderão multiplicar os conhecimentos adquiridos no ambiente familiar e na sociedade, promovendo a sensibilização de outras pessoas, através da utilização de uma ferramenta lúdica: um jogo de tabuleiro.

### Apoio/Agradecimentos:





Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico    UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL    INSTITUTO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Este pôster foi impresso em cores claras para minimizar o impacto ambiental pelo uso de tintas.

**ANEXO II**

**RESULTADOS PUBLICADOS EM EVENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS**



## Educação ambiental e iniciação científica no ensino fundamental

Anarisa Fátima Carminatti<sup>1</sup>, Vania Elisabete Schneider<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Caxias do Sul ([anarisacarminatti@hotmail.com](mailto:anarisacarminatti@hotmail.com))

<sup>2</sup> Universidade de Caxias do Sul ([veschnei@ucs.br](mailto:veschnei@ucs.br))

### Resumo

Este trabalho tem como objetivo geral o despertar da vocação científica e da conscientização ambiental em estudantes do ensino fundamental de escola pública, utilizando como temática o monitoramento de qualidade da água. A metodologia foi desenvolvida com seis alunos dos Anos Finais da E. M. E. F. Italo João Balen, localizada na microbacia do Arroio Pena Branca pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Cai, na zona urbana do município de Caxias do Sul, RS. As atividades foram desenvolvidas através de consulta a especialistas e especialidades, incluindo fundamentação teórica sobre recursos hídricos, observação in loco e registro fotográfico do arroio, coleta de água e de macroinvertebrados do arroio, triagem e identificação de macroinvertebrados coletados, análise de resultados da qualidade da água do arroio em campo e em laboratório, determinação do Índice da Qualidade da Água do arroio através de calculadora IQA, Resolução CONAMA 357 com critérios de classificação das águas doces superficiais e enquadramento, montagem de um aquário de água doce. Após um ano da execução do projeto, os seis alunos participaram de estratégia de verificação, o grupo focal, apontando durante a entrevista que houve tanto o despertar para a vocação científica, quanto para a conscientização ambiental. Percebendo os efeitos da ação antrópica no ambiente natural, adquirindo experiências e conhecimentos importantes, relataram o fato da iniciação científica como essencial no seu papel proativo na área ambiental. O envolvimento dos alunos de ensino fundamental nas atividades de pesquisa demonstrou-se uma importante ferramenta para a sua aplicabilidade em atividades de educação ambiental.

Palavras-chave: Monitoramento, Água, Iniciação Científica.

Área Temática: Educação Ambiental.

## Environmental education and scientific initiation in elementary education

### Abstract

*This work has as main objective the awakening of scientific vocation and environmental awareness in students of elementary school public school, using as thematic monitoring of water quality. The methodology was developed with six students from Years Finals EMEF Italo John Balen, located in the watershed of Arroio Pena Branca belongs to the River Basin I fell in the urban area of the municipality of Caxias do Sul, RS. The activities were developed through consultation with experts and specialties including theoretical framework of water resources, on-site observation and photographic stream record, water collection and macroinvertebrates from the stream, sorting and identifying macroinvertebrates collected, quality results analysis watershed water on the field and in the laboratory, determining the Quality Index stream of water through IQA calculator, CONAMA Resolution 357, with the classification criteria of surface fresh water and framework, setting up a freshwater aquarium. After a year of project execution, the six students participated verification strategy, the focus group, pointing in the interview that there was so much awakening to the scientific vocation, and to environmental awareness. Realizing the effects of human activities on the natural environment, gaining important experience and knowledge, they reported the fact of*



*scientific research as essential in its proactive role in the environmental area. The involvement of students in primary education in research activities proved to be an important tool for their applicability in environmental education activities.*

*Key words: Monitoring, Water, Scientific Initiation.*

*Theme Area: Environmental education.*

## 1 Introdução

O presente projeto pretende despertar a vocação científica e a conscientização ambiental em estudantes do ensino fundamental de escola pública, utilizando como temática o monitoramento de qualidade da água. O tema principal é a Educação Ambiental, pois através dela é possível atingir uma camada representativa da sociedade. A faixa etária extremamente jovem apresenta o potencial ideal para a absorção de novos conceitos de ocupação do espaço geográfico e a formação de uma consciência crítica em torno de questões e problemas ambientais (Secco, 1998). O tema motivador para a aplicação das atividades será os recursos hídricos, pois consiste num dos elementos naturais há muito impactado pelas atividades humanas. No Brasil estas questões vêm sendo amplamente discutidas nos diversos segmentos da sociedade, embora ações mais efetivas que conduzam à convivência harmônica do homem com a natureza, ainda sejam insuficientes (Callisto, 2004).

De acordo com o previsto na Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Educação Ambiental como tema transversal, no capítulo I em seu Art. 1º está descrito o seguinte conceito: “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”. Ainda no Art. 2º diz “A Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal”.

Estes referenciais são muito importantes para o estabelecimento de metas a serem atingidas a médio e longo prazo. Apesar da carência de informações sobre como alcançá-las, sabemos que a construção de instrumentos, processos e metodologias que possam ser incorporadas ao currículo do ensino formal e não formal, são ferramentas importantes já contempladas nas linhas de ação e estratégias do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA, 2005). Costa *et al.* (2008) lembram que a Conferência de Tbilisi recomenda como estratégia metodológica a resolução de problemas ambientais locais, a fim de estabelecer vínculos entre os processos educativos e a realidade cotidiana dos educadores.

Nesse contexto o tema água vem a se tornar um importante instrumento de aprendizado, pois sua escassez somada à falta de cuidados a tornam elemento natural de vital preservação. A legislação brasileira sobre recursos hídricos é um modelo ambicioso de gestão do uso dos rios, prevendo que as decisões sobre seus usos em todo o país são tomadas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, que são constituídos por representantes da sociedade civil (1/3), do estado (1/3) e dos municípios (1/3). Porém a legislação aplicada de forma isolada não será capaz de assegurar o uso sustentável desse recurso natural, muito menos garantir que toda a população tenha acesso irrestrito a esse “bem de domínio público...”. Além das disposições legais devem-se somar ações individuais e/ou ações coletivas que visem à conscientização das pessoas de maneira formal e/ou informal, quer seja na busca da conservação do bom estado dos recursos hídricos locais para as presentes e as futuras gerações, quer seja pela preservação do ambiente natural de forma perene.



A iniciação científica na escola, na maioria das vezes se resume a transmissão de conceitos teóricos sobre ciências, deixando-se em segundo ou nenhum plano o processo de investigação, que é sua verdadeira natureza. Segundo Chassot (2002), o significado ampliado de a expressão ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. Sasseron e Carvalho (2011) elegem três eixos estruturantes da Alfabetização Científica que são compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. As autoras defendem que propostas didáticas que respeitem esses três eixos, devem ser capazes de promover a iniciação científica, pois se tem a oportunidade de trabalhar de forma integrada os problemas envolvendo a sociedade e o ambiente.

## 2 Metodologia

Este trabalho se utilizou de metodologia qualitativa participativa, tendo como estratégia de verificação o grupo focal. Segundo Dias (2000) a pesquisa qualitativa caracteriza-se, principalmente, pela ausência de medidas numéricas e análises estatísticas, examinando aspectos mais profundos e subjetivos do tema em estudo. O grupo focal de seis alunos da E.M.E.F. Italo João Balen participou de uma série de atividades de monitoramento da qualidade da água junto à microbacia do Arroio Pena Branca, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Cai no município de Caxias do Sul, RS, no período de novembro de 2014 a novembro de 2015, acompanhados por professores colaboradores e equipe técnica do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da UCS. Anterior às atividades práticas de monitoramento, foram instrumentalizados teoricamente com conceitos básicos sobre o tema recursos hídricos, incluindo os seguintes assuntos:

- A água na natureza;
- Poluição, qualidade e usos da água;
- Controle da poluição e saúde;
- Enquadramento dos recursos hídricos e indicadores de qualidade de água;
- Controle da qualidade da água para consumo humano;
- Monitoramento de qualidade de água.

Além da instrumentalização teórica, previamente foram definidas as seguintes atividades:

Tabela 1 – Atividades de monitoramento da qualidade da água e respectivos objetivos

Atividade	Objetivos
Observação in loco;	Sensibilizar os estudantes quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos;
Registro fotográfico;	Desenvolver habilidades de observação e registro em campo;
Coleta de água em arroio;	Desenvolver habilidades para a coleta de amostras de água em campo e utilização de equipamentos de monitoramento.
Coleta, triagem e identificação de macroinvertebrados em arroio;	Desenvolver habilidades para a coleta de macroinvertebrados aquáticos; analisar qualitativamente a fauna de macroinvertebrados em cursos d'água;
Análise de resultados da qualidade da água do arroio em campo e em laboratório;	Avaliar a qualidade da água através de parâmetros físicos, químicos e biológicos; desenvolver habilidades para sistematização de dados e interpretação de laudos laboratoriais sobre qualidade da água;



Determinação do Índice da Qualidade da Água do arroio;	Conhecer o método de cálculo do IQA utilizando ferramenta desenvolvida que demonstra de forma simples o cálculo para averiguar o estado de qualidade da água;
Determinação do enquadramento dos corpos hídricos superficiais;	Conhecer a Resolução CONAMA 357 e compreender os critérios de classificação das águas doces superficiais e seu enquadramento;
Instalação de um aquário de água doce na escola.	Despertar para a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas aquáticos análogos ao aquário.

Após um ano da execução do projeto, os seis alunos foram convidados a participar de grupo focal, mediante termo de livre consentimento utilizando-se a pesquisa fenomenológica ou de orientação, em que o propósito foi observar como os participantes interpretam a realidade, seus conhecimentos e experiências. Antes da reunião propriamente dita, os pesquisadores fizeram um planejamento sobre o que devia ser discutido e quais os objetivos específicos da pesquisa. Os estudantes foram questionados sobre suas vivências no projeto em Educação Ambiental escolar, que mudanças internas passaram e quais os fatores que desencadearam sua consciência ambiental atual. Esta reunião de, aproximadamente, duas horas foi completamente flexível e não estruturada, dando margem à discussão do assunto. Conduzida pelos dois pesquisadores, orientanda e orientadora, a primeira atuou como moderadora e a segunda como observadora. A moderadora atuou no grupo de maneira a redirecionar a discussão, através dos questionamentos feitos sobre o tema pesquisado. A observadora fez a observação e o registro minucioso de todos os acontecimentos, inclusive os não verbais que apareceram na comunicação. As conversas no grupo focal foram gravadas por meio de gravação de vídeo/áudio/digital, com digitalização das falas para compor a descrição escrita dos relatos feitos. Após definição da forma como os entrevistados seriam questionados, ou seja, sujeito 1, sujeito 2, sujeito 3, sujeito 4, sujeito 5 e sujeito 6, iniciaram-se os seguintes questionamentos:

- As atividades de monitoramento da qualidade da água foram positivas ou negativas sobre o seu despertar para a vocação científica?
- Você despertou para a vocação científica ao longo do projeto? Se sim, como isso ocorreu?
- Descreva sua relação com a natureza antes e depois do projeto:

À medida que a conversação com o grupo focal avançava, foi-se revelando a importância das vivências no despertar da vocação científica e da conscientização ambiental nos participantes do projeto.

### 3 Resultados

Buscamos levantar os fatos com os quais os sujeitos despertaram para a vocação científica e para a conscientização ambiental durante a participação no projeto. Todos os relatos confirmaram as atividades de coleta no arroio, a triagem e identificação dos macroinvertebrados e a montagem do aquário na escola como as mais importantes.

Os estudantes do ensino fundamental envolvidos no projeto aprenderam a coletar, triar e identificar até o nível taxonômico de ordem os macroinvertebrados que servem para classificar a qualidade da água de um corpo d'água. Os resultados preliminares apontam que a qualidade das águas do Arroio Pena Branca está comprometida, visto que foram encontrados predominantemente grupos de macroinvertebrados tolerantes à poluição, pertencentes a ordem Diptera - Chironomidae, sendo que algumas espécies desta família são consideradas bioindicadoras de ecossistemas alterados. Além dos parâmetros biológicos, os parâmetros



físicos e químicos do arroio também não apresentarem boa classificação. A proposta de utilização dos bioindicadores como ferramenta para avaliar qualidade de água atenta os alunos para a importância da preservação de rios e lagos. Esta abordagem aproxima o aluno da sua realidade local, desencadeando-o a mudar hábitos e construir conhecimentos para melhorar a qualidade de vida do seu meio. Os estudantes compreenderem em uma larga escala os fatores que contribuíram para a poluição deste arroio e as condições de sobrevivência dos seres presentes nele. Além disso, perceberam a importância da preservação e da não poluição de nossos rios para a manutenção da vida aquática.

Durante toda a atividade envolvendo o aquário observou-se motivação e interesse não só dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar, incluindo o público visitante da escola, despertando a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos a ele. Foi possível estabelecer inter-relações com os recursos naturais e os seres vivos, valorizando o meio ambiente. Os estudantes compreenderam alguns termos técnicos usados no meio científico. Ao interagirem com o aquário e o arroio desenvolveram uma postura diferente com os ecossistemas, tornando-se ativos nos seus processos de preservação. A analogia entre o aquário e o arroio tornou-se uma estratégia de ensino para aprendizagem ativa dos alunos, pois facilitou a compreensão de alguns acontecimentos recorrentes nos dois meios.

O despertar para a vocação científica ocorreu no decorrer do projeto revelado no relato de um dos sujeitos.

*Na verdade sim, todo o projeto despertou um pouquinho, pois eu não gostava de ciências. Mas depois eu comecei a entender mais. Não teve nenhuma atividade específica. Tudo despertou um pouquinho.*

A mudança na relação dos sujeitos com a natureza, antes e depois do projeto, também fica evidente nos seus depoimentos.

*Eu acho que antes do projeto, eu pensava que a natureza era onde os animais viviam. Agora eu vejo que tudo está interligado. Se eu mexer em alguma coisa na natureza vai ter consequências ruins. Tem que cuidar da natureza e não fazer mal a ela, pois vai voltar para a gente.*

*Antes do projeto eu já tinha contato com a natureza, mas também tinha medo. Tinha noção da poluição, mas só o que aprendíamos na escola. Depois do projeto, como estivemos neste meio, eu percebi que não importa se a poluição é pequena ou grande, vai alterar em alguma coisa. A minha percepção mudou bastante. Agora me controlo mais, eu não estava nem aí, mas agora eu já tenho uma noção maior das minhas ações.*

Como a meta da gestão ambiental é desenvolver e aplicar métodos, tanto em sistemas de produção como em seus sistemas naturais, almejando uma relação sustentável entre o homem e o meio ambiente, observa-se que a participação nas atividades de monitoramento de qualidade da água contribuiu nessa busca, principalmente no sentido de aproximar o estudante sobre o seu entorno, sobre o seu bairro, sobre a sua cidade, tornando-o consciente do meio natural existente no seu meio construído, no ecossistema urbano chamado cidade. Além disso, ao sensibilizá-lo para que se sinta parte deste meio natural, agirá como cuidador deste, conservando os recursos naturais no pleno exercício da sua cidadania, atingindo a sustentabilidade.

#### 4 Considerações finais

Com o decorrer do projeto, os alunos estabeleceram inter-relações com os recursos naturais e os seres vivos, valorizando o meio ambiente. Também compreenderam melhor alguns termos usados no meio científico. Ao interagir nas atividades propostas puderam desenvolver uma postura frente às relações entre os seres humanos e os seres vivos



relacionando-se de maneira diferente com os ecossistemas, tornando-os ativos nos seus processos de preservação. Estas habilidades foram desenvolvidas ao longo do período de execução, sensibilizando gradativamente os estudantes quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos. Os registros e vivências que tiveram, tornaram evidentes as causas da poluição no ambiente natural e o quanto o conhecimento e a iniciação científica são importantes para que se possa desempenhar um papel proativo na gestão ambiental, planejando mudanças próximas ou futuras que visam a não poluição do meio aquático. Também conseguiram perceber os efeitos das ações humanas no meio ambiente e refletir sobre possíveis mudanças e métodos que podem ser utilizados para a preservação e conservação de nosso meio ecológico. A possibilidade da iniciação científica no ensino fundamental permite que estudantes possam compreender desde cedo as consequências de algumas ações humanas sobre o ambiente e a importância do meio natural para nossa sobrevivência e, além disso, alertar a sociedade de modo geral sobre as consequências da falta de cuidado com os recursos hídricos.

#### Referências

BRASIL, Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil, 19ª edição, Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433/97**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br> acessos em 08/11/2014 e em 20/07/2015.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.795/99**, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. ProNEA. Programa Nacional de Educação Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, 5ª edição, Brasília, 2005.

BRASIL, ProNEA. Programa Nacional de Educação Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, 5ª edição, Brasília, 2005.

CALLISTO, M. & FRANÇA, J. **Bioindicadores de Qualidade de Água: transmissão de metodologias para o ensino fundamental e médio**. Anais do 7º Encontro de Extensão da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (CD-Room). 2004.

COSTA, M. de F. B. da; MONTEIRO, S. C. F.; COSTA, M. A. F. da. **Projeto de Educação Ambiental no Ensino Fundamental: bases para práticas pedagógicas**. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256, v. 21, julho a dezembro de 2008.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2006.

DIAS, Cláudia Augusto. **Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas**. Tese de Mestrado em Ciência da Informação. Universidade de Brasília. DF. 2000.

SASSERON, L. H. e PESSOA de CARVALHO, A. M. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica**. Faculdade de Educação. USP. 2011.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

**SECCO, M. F. F. V. O Conceito de Bacia Hidrográfica como Instrumento de Educação Ambiental: uma experiência na Escola Bosque de Belém/PA.** Departamento de Museologia (DMU)/Serviço de Educação e Extensão Cultural (SEC)/Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG). 1998.

# PREFEITURA DE CAXIAS

DOCÊNCIA COMPARTILHADA REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
 DOCÊNCIA COMPARTILHADA REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
 DOCÊNCIA COMPARTILHADA REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
 DOCÊNCIA COMPARTILHADA REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS

territórios educativos  
 Projetos Interdisciplinares  
 territórios educativos  
 Projetos Interdisciplinares

GESTÃO/CORRESPONSABILIZAÇÃO  
 GESTÃO/CORRESPONSABILIZAÇÃO  
 GESTÃO/CORRESPONSABILIZAÇÃO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO  
**SEMINÁRIO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO**

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO

TRABALHO INTERSETORIAL MOBILIDADE DO CURRÍCULO

FORTALECIMENTO DE REDES DE APOIO



3ª edição

**CONVERSÕES PEDAGÓGICAS**

do território à prática:  
 tramas possíveis em favor da aprendizagem

**Artigos das Comunicações**

**Caderno Eletrônico**

IZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
CIA COMPARTILHADA  
IZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
CIA COMPARTILHADA  
IZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
CIA COMPARTILHADA  
IZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
PROJETOS INTERDISCIPLINARES  
TERRITÓRIOS EDUCATIVOS  
PROJETOS INTERDISCIPLINARES  
TERRITÓRIOS EDUCATIVOS  
PROJETOS INTERDISCIPLINARES

TÃO/CORRESPONSABILIZAÇÃO  
TÃO/CORRESPONSABILIZAÇÃO  
TÃO/CORRESPONSABILIZAÇÃO

IS DE APRENDIZAGEM  
IDADE DO CURRÍCULO  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL



Município de Caxias do Sul  
Secretaria da Educação  
www.caxias.rs.gov.br  
Rua Borges de Medeiros, 260 - Centro - CEP: 95020-310  
Telefone (54) 3901-2323

TERRITÓRIOS EDUCATIVOS  
OS INTERDISCIPLINARES  
TERRITÓRIOS EDUCATIVOS  
OS INTERDISCIPLINARES  
TERRITÓRIOS EDUCATIVOS  
OS INTERDISCIPLINARES  
TERRITÓRIOS EDUCATIVOS  
OS INTERDISCIPLINARES  
DOCÊNCIA COMPARTILHADA  
REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
DOCÊNCIA COMPARTILHADA  
REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
DOCÊNCIA COMPARTILHADA  
REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS

IS DE APRENDIZAGEM  
IDADE DO CURRÍCULO  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL

Revisão Bibliotecário Esp. Marcelo Ribeiro Bohm e Prof. Me. Mayra Moreira  
Capa e Diagramação: Prof. Ms. Alexandra Mugnol  
Caxias do Sul, dezembro de 2016.

IS DE APRENDIZAGEM  
IDADE DO CURRÍCULO  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL  
FORTALECIMENTO DE REDES  
TRABALHO INTERSETORIAL  
DOCÊNCIA COMPARTILHADA  
REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
DOCÊNCIA COMPARTILHADA  
REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS  
DOCÊNCIA COMPARTILHADA  
REORGANIZAÇÃO DE TEMPOS E ESPAÇOS

**Prefeitura de Caxias do Sul  
Secretaria Municipal da Educação**

**Caderno de Artigos**  
Seminário Municipal de Educação  
ConVersAções Pedagógicas - 3ª edição

*Caderno Eletrônico*

*Caxias do Sul  
SMED  
2016*

---

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

**Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)**  
Prefeitura Municipal de Caxias do Sul  
Secretaria Municipal da Educação – Biblioteca Técnica

C384c Caxias do Sul. Secretaria Municipal da Educação  
Caderno de artigos : Seminário Municipal de Educação  
Conversações Pedagógicas 3ª edição : caderno eletrônico /  
Secretaria Municipal da Educação. – Caxias do Sul : Secretaria  
Municipal da Educação, 2016.  
165 p. : il.  
ISBN 978-85-65165-16-7.  
1. Educação – Caxias do Sul. 2. Educação – Artigos. 3.  
Seminário Municipal de Educação Conversações Pedagógicas. I.  
Título.  
CDU 37(045)(816.5CAXIAS DO SUL)

Catalogação na fonte elaborada pelo Bibliotecário Marcelo Ribeiro Bohm – CRB 10/2032

**Índice para catálogo sistemático:**

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. Educação – Caxias do Sul | 37(816.5CAXIAS DO SUL) |
| 2. Educação – Resumos       | 37(045)                |
-

**Prefeito de Caxias do Sul**  
Prefeito Alceu Barbosa Velho

**Vice-Prefeito**  
Antonio Roque Feldmann

**Chefe de Gabinete**  
Paulo Roberto Dahmer

**Secretário Municipal da Educação**  
Marléa Ramos Alves

**Diretora Administrativa**  
Professora Esp. Elaine Bortolini

**Diretora de Infraestrutura, Projetos e Obras**  
Arq. Carla Beatris Oliveira Stenzel

**Diretora Pedagógica**  
Professora Esp. Thaís Gomes Duarte

---



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>09</b>
<b>CONVERSAÇÃO COM QUEM FAZ CONVERSÇÕES PEDAGÓGICAS</b>	
Marléa Ramos Alves	09
<b>DO TERRITÓRIO À PRÁTICA: TRAMAS POSSÍVEIS EM FAVOR DA APRENDIZAGEM</b>	
Andréia de Souza	11
<b>ARTIGOS:</b>	
<b>ARTE: ENCONTROS NA DIVERSIDADE</b>	
Lucila Guedes de Oliveira	13
<b>BORDADO: UM INTERLÚDIO ENTRE O TEXTO LITERÁRIO E O FOLCLORE RIO-GRANDENSE</b>	
Tenisa Zanoto Boeira	20
<b>CANTANDO E DANÇANDO TAMBÉM SE APRENDE - MUSICAL "OS MÚSICOS DE BREMEN"</b>	
Maristela Rates Pierosan	25
<b>O CANTO ENCANTA?</b>	
Alexandra Alquati, Mara dos Santos Neves	29
<b>CLUBE DE CIÊNCIAS FREITAS MOURÃO</b>	
Paula Cristina Madalosso Monteiro	33
<b>(COM)PARTILHAR A DOCÊNCIA: UM OLHAR DISCURSIVO SOBRE OS ENUNCIADOS DOS PROFESSORES</b>	
Adriana Lúcia Capelini Pain, Fabiola Ponzoni Balzan, Mônia Motta Frare	35
<b>DIÁRIO HISTÓRICO - PONTES ENTRE AS DISCIPLINAS DE HISTÓRIA E LINGUA PORTUGUESA</b>	
Fabiana Perotoni, Rosalba Pereira Lizot	44
<b>ESCOLA INTERAGINDO COM A COMUNIDADE</b>	
Estela Maris Sander	50
<b>ESTIMULAÇÃO DA CONSCIÊNCIA CORPORAL ATRAVÉS DA PSICOMOTRICIDADE E DE PRÁTICAS MOTORAS</b>	
Fabiane Fabro, Jaciane Rech, Mariane Maria Schons	58

## MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO URBANA DE CAXIAS DO SUL (RS)

Anarisa Fátima Carminatti<sup>1</sup>, Sirlene Bertin<sup>2</sup>, Vania Elisabete Schneider<sup>3</sup>, Elis Marina Tonet<sup>4</sup>, Verônica Casagrande<sup>5</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo geral apresentar uma proposta de monitoramento de qualidade da água para um córrego próximo a uma escola pública do Município de Caxias do Sul. Por meio deste, os participantes do projeto puderam compreender os fatores que interferem na sobrevivência dos organismos aquáticos desenvolvendo a visão da importância da preservação destes ambientes para a manutenção da vida. A metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto pretendeu envolver toda a comunidade escolar da E.M.E.F. Italo João Balen, localizada na microbacia do Arroio Pena Branca pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Cai, na zona urbana do Município de Caxias do Sul, RS. Inicialmente foram capacitados dois professores bolsistas e seis estudantes bolsistas dos Anos Finais da referida escola, a fim de serem os multiplicadores ambientais da proposta. Estes participaram de atividades específicas que incluíram identificação do recurso hídrico, fundamentação teórica sobre recursos hídricos, coleta de água e macroinvertebrados no corpo hídrico com posterior análise de parâmetros físico-químicos e biológicos realizada em campo e em laboratório, montagem e monitoramento de aquário. Para o envolvimento da comunidade escolar foram propostas atividades de capacitação do corpo docente e de participação de parte do corpo discente no projeto. Os resultados apontam sobre a possibilidade de estudantes do Ensino Fundamental realizarem o monitoramento da qualidade da água em regiões urbanas, tanto com a análise da qualidade da água utilizando equipamentos de monitoramento, quanto através da análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados bentônicos. A instalação e monitoramento do aquário na escola possibilitou a sensibilização ambiental não só dos estudantes e professores diretamente envolvidos, mas de toda a comunidade escolar, despertando para a importância da preservação dos ecossistemas análogos a ele. A capacitação do corpo docente por meio de atividade de campo foi essencial para o seu despertar e o envolvimento com o tema. A participação dos demais estudantes no projeto deu início ao processo de organização e planejamento de feiras de ciências para os próximos anos, e ainda, a formação de um clube de ciências na escola. Visto que a meta da gestão ambiental é desenvolver e aplicar métodos, tanto em sistemas de produção, como em seus sistemas naturais, almejando uma relação sustentável entre o homem e o meio ambiente, o tema Educação Ambiental e Recursos Hídricos vem contribuir nessa busca, principalmente no sentido de aproximar o estudante e a escola do seu entorno, do seu bairro, da sua cidade, tomando os envolvidos conscientes do meio natural existente no seu meio construído, no ecossistema urbano.

**Palavras-chave:** educação ambiental, recursos hídricos, aprendizagem ativa.

### INTRODUÇÃO

Os recursos naturais há muito são impactados pelas atividades humanas. No Brasil, essas questões vêm sendo amplamente discutidas pelos mais diversos segmentos da sociedade, embora ações mais efetivas que conduzam à convivência harmônica do homem com a natureza ainda sejam insuficientes (CALLISTO; FRANÇA, 2004).

<sup>1</sup> Bacharelado e Licenciatura Plena em Ciências-Biológicas-UCS. Especialização em Educação de Jovens e Adultos-UCS. Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais-UCS. Professora de Ciências da Natureza na E.M.E.F. Italo João Balen. anarisacaminatti@hotmail.com

<sup>2</sup> Licenciatura Curta em Ciências-UCS. Licenciatura Plena em Matemática-UCS. Professora de Matemática na E.M.E.F. Italo João Balen. sirlenebertin@hotmail.com

<sup>3</sup> Bacharelado e Licenciatura Plena em Ciências-Biológicas-UCS. Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental-IPHUFRRGS. Professora da UCS e Diretora do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da UCS. veschnei@ucs.br

<sup>4</sup> Engenharia Ambiental-UCS. Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais-UCS. Técnica do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da UCS. elistonet@gmail.com

<sup>5</sup> Engenharia Ambiental (UCS), Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais (UCS). vecasagrande@hotmail.com

As alterações nos ecossistemas aquáticos, decorrentes das mais diversas atividades humanas, têm gerado grande preocupação em relação à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001). O Brasil enfrentou, modernamente, uma das maiores crises hídricas do país, onde o principal sistema de abastecimento público da Grande São Paulo atingiu sucessivos níveis mínimos, levando 6,2 milhões de pessoas ao desabastecimento e sistema de rodízio (GERAQUE, 2015). Assim, torna-se imperativo o estabelecimento e a aplicação de metodologias para avaliação quali-quantitativa das águas.

Barbosa, Callisto e Galdean (2000) declaram que a saúde destes ecossistemas pode ser aferida tanto por meio das características de sua estrutura, baseada em elementos biológicos e na sua relação com parâmetros físico-químicos, quanto por meio das características de seu funcionamento, baseadas nos processos fundamentais para a manutenção da biodiversidade. Neste sentido, os macroinvertebrados bentônicos têm se revelado uma ótima ferramenta para avaliação da qualidade dos ecossistemas aquáticos, pois são altamente sensíveis as alterações ambientais (BAPTISTA, 2008; CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2005; STRIEDER, SCHERER; VIEGAS, 2008).

Entretanto, os resultados de estudos técnico-científicos, especialmente a respeito da temática água, devido sua relevância à sociedade, não devem ficar restritos ao âmbito acadêmico. É necessário que a sociedade se aproprie desse conhecimento, de forma a fazer valer seu juízo de valor, utilizando-o para desempenhar um papel ativo na gestão ambiental pública. Por meio da educação ambiental nas escolas de ensino básico, é possível atingir uma camada representativa da sociedade, uma vez que a faixa etária jovem apresenta o potencial ideal para a absorção de novos conceitos de ocupação do espaço geográfico, além da formação de uma consciência crítica em torno de questões e problemas ambientais (SECCO, 1998).

Esta abordagem aproxima o estudante de sua realidade local, complementando e enriquecendo o material didático utilizado em sala de aula, já que uma das maiores dificuldades dos professores tem sido a escassez de recursos didáticos que permitam a transmissão do conteúdo técnico-científico em ecologia, utilizando uma linguagem acessível e de fácil compreensão (MACHADO, 1998).

A presente proposta teve o propósito de inserir a temática ambiental no ambiente de uma Escola de Ensino Fundamental, por meio da mobilização de seus estudantes e professores para a avaliação da condição das águas superficiais de um recurso hídrico pertencente à microbacia hidrográfica na qual a escola em questão encontra-se inserida, utilizando, para tanto, estratégias de aprendizagem significativas e ativas.

Destaca-se ainda a oportunidade de formação de estudantes despertos à atividade técnico-científica, cujo interesse poderá ser fortalecido ao longo de sua formação focando-se no despertar da vocação científica. Outro ponto de destaque é a atuação desses estudantes como multiplicadores do conhecimento adquirido junto a seus colegas, amigos e familiares, disseminando a consciência e a ética ambiental, por meio de julgamento de valor. Por fim, destaca-se a oportunidade de formação de professores da rede pública municipal sob o viés da transdisciplinaridade que a temática ambiental exige, possibilitando a replicação dos conhecimentos gerados/sistematizados a outros grupos de estudantes.

O projeto desenvolvido junto à escola objetivou de maneira geral que os participantes pudessem compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios, buscando desenvolver a compreensão sobre a importância da preservação do ambiente aquático para a manutenção da vida. Para que o objetivo geral fosse atingido, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

a) Sensibilizar os estudantes quanto aos impactos ambientais sobre os recursos hídricos através da observação *in loco* e registro fotográfico de arroio localizado nas proximidades da Escola Italo João Balen, no Município de Caxias do Sul, RS;

b) Estudar a temática água utilizando, principalmente material didático pré-existente, visando prover tanto os estudantes quanto os professores de conhecimentos técnico-científicos relativos aos recursos hídricos;

- c) Envolver a comunidade escolar no tema Recursos Hídricos, visando à capacitação do corpo docente e a participação de parte do corpo discente no projeto;
- d) Avaliar a qualidade da água superficial do Arroio pena Branca através de parâmetros físicos, químicos e biológicos;
- e) Montar e monitorar um aquário como estratégia educacional, visando estabelecer analogias entre o ecossistema natural arroio e o ecossistema artificial aquário.

## DESENVOLVIMENTO

As atividades desenvolvidas no projeto estão descritas nos itens a seguir:

### a) Identificação do recurso hídrico

Esta etapa envolveu a identificação dentre as bacias urbanas do Município a que mais se adequaria ao estudo, optando-se pela Microbacia Hidrográfica do Arroio Pena Branca a qual drena parte da área urbana do Município e por sua proximidade com a escola alvo, sendo esta igualmente localizada dentro da área da bacia. Os instrumentos de coleta de dados, equipamentos e materiais foram câmeras digitais e *smartphones* para registros fotográficos.

Uma vez definida a bacia foi realizada uma atividade em campo para o reconhecimento do recurso hídrico, incluindo a identificação do uso e ocupação do solo e das características visuais do arroio. Participaram desta atividade seis alunos e uma professora da escola envolvida com o projeto, dois professores e um técnico do Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da UCS. Esta atividade foi dividida em duas etapas, sendo a primeira para registrar imagens que representassem a percepção dos estudantes frente às situações consideradas inadequadas à preservação do recurso hídrico. A segunda etapa objetivou uma comparação entre dois pontos distintos do Arroio Pena Branca: um com alta influência humana e outro onde a ação humana é menor. Seu objetivo foi despertar a percepção dos estudantes para diferentes aspectos que influenciam a qualidade da água, especialmente em seus aspectos visual e olfativo.

Nesse momento, definiu-se que a coleta de amostras de água para a análise seria no ponto com maior influência humana. Para ambas as etapas os estudantes utilizaram câmeras digitais e *smartphones* para registro destas condições (Figuras 1 e 2). Os resultados desta atividade foram discutidos entre professores e estudantes e serviram para dar continuidade às demais etapas do trabalho.



Figura 1 – Registro fotográfico do Arroio Pena Branca – dezembro/2014.



Figura 2 - Registro fotográfico do Arroio Pena Branca – dezembro/2014

#### b) Estudo teórico da temática água

A atividade foi conduzida ao longo de toda a execução do projeto, visando prover, tanto os estudantes quanto os professores bolsistas, de conhecimentos técnico-científicos relativos ao tema em estudo. Para nortear as discussões e atividades realizadas com os mesmos, utilizou-se o Guia Qualidade da Água (Figura 3) desenvolvida pelo ISAM da UCS, em parceria com o Ministério das Cidades, através da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (BRASIL, 2013).



Figura 3 – Guia Qualidade da Água: Padrões de Potabilidade e Controle da Poluição.

Os estudantes e os professores bolsistas foram instrumentalizados teoricamente com conceitos básicos sobre o tema recursos hídricos, incluindo os seguintes assuntos contidos nas seis unidades do Guia Qualidade da Água:

A água na natureza;

Poluição, qualidade e usos da água;

Controle da poluição e saúde;

Enquadramento dos recursos hídricos e indicadores de qualidade de água;

Controle da qualidade da água para consumo humano;

#### Monitoramento de qualidade de água.

Ao final de cada unidade os estudantes e professores realizaram exercícios contendo 10 questões objetivas, a fim de verificar seu aprendizado, bem como dificuldades a serem sanadas sobre o assunto, antes de prosseguir nos estudos sobre o tema.

A construção, manutenção, observação e estudo de um terrário (Figura 4), o estudo de questões teóricas através de um *quiz* e a condução de pesquisas complementares em artigos e estudos disponíveis na internet são exemplos de estratégias de aprendizagem utilizadas durante esta etapa.



Figura 4 – Construção e observação do ecossistema terrário – abril a novembro/2015.

#### c) Envolvimento da comunidade escolar

Algumas atividades foram estabelecidas visando o envolvimento de toda a comunidade escolar no projeto:

Nos meses de março de 2015 e novembro de 2015 foram realizadas, respectivamente, reuniões de apresentação e encerramento do projeto para os professores e direção da escola. Essa atividade teve por objetivo iniciar (Figura 5) e encerrar a mobilização destes segmentos da comunidade escolar, apresentando os principais objetivos e resultados alcançados por meio do projeto. Cabe salientar que todas as apresentações realizadas foram acompanhadas pela equipe da Universidade de Caxias do Sul, em parceria com os professores e os estudantes bolsistas. Durante as reuniões os professores presentes apresentaram boa receptividade ao projeto, elogiando e incentivando os professores e estudantes bolsistas diretamente envolvidos.



Figura 5 – Apresentação inicial do projeto aos professores da escola – março/2015.

Em abril de 2015 foi realizada uma atividade de campo com 37 participantes da escola, incluindo 32 professores e direção da escola e 5 estudantes bolsistas (Figura 6). Esta atividade teve o objetivo de capacitar educadores e alunos na temática qualidade da água para que estes possam ser replicadores do conhecimento, através do reconhecimento da situação dos recursos hídricos na cidade de Caxias do Sul. Desta forma objetivou também despertar o olhar da comunidade escolar para a necessidade de preservação do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos urbanos e os impactos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo e atividades antrópicas sob o regime quali-quantitativo destes. Esta atividade foi realizada em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Caxias do Sul, que cedeu transporte e colaboradores, bem como acompanhada pela equipe da Universidade de Caxias do Sul, em parceria com os professores e os estudantes bolsistas.

O trajeto percorrido na atividade incluiu duas Microbacias Hidrográficas do Município: a do Arroio Pena Branca e a do Arroio Tega. A primeira microbacia foi escolhida para o reconhecimento por parte da comunidade escolar, devido ao fato de constituir a unidade principal de estudo do projeto. Enquanto que a segunda microbacia foi escolhida por motivos históricos e relacionada à ocupação e evolução do Município de Caxias do Sul, já que a cidade se desenvolveu as margens do Arroio Tega. Ainda, de acordo com estudos de monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos urbanos de Caxias do Sul, realizado pelo ISAM/UCS, o Arroio Tega é um dos recursos hídricos do Município que apresenta condição de qualidade mais comprometida, devido principalmente ao lançamento irregular de esgoto doméstico, efluente industrial e poluição difusa causada pela lixiviação do solo altamente impermeabilizado e antropizado.

A maioria dos participantes apresentou envolvimento com a atividade proposta, ampliando sua visão sobre a situação dos Recursos Hídricos na cidade de Caxias do Sul, demonstrando interesse e preocupação com o tema qualidade da água. Além disso, mostraram entusiasmo com a prática de campo, sugerindo outras atividades semelhantes como forma de ultrapassar os limites físicos da escola.



Figura 6 – Roteiro Arroio Tega com a direção e professores da escola – abril/2015.

Em agosto de 2015 os alunos do turno da manhã, sob a orientação de seus professores, iniciaram a organização dos seus trabalhos para exposição na I Feira de Ciências da Escola (Figura 7). O tema geral da feira foi "Recursos Hídricos" e os alunos de cada ano escolar desenvolveram seus trabalhos em torno de um tema específico conforme citado a seguir: 6º ano - A água, o solo e o ar; 7º ano - A água e os seres vivos; 8º ano - A água e o corpo humano; 9º ano - A água na Química e na Física. Os trabalhos foram avaliados por professores pós-graduandos da Universidade de Caxias do Sul havendo premiação de melhor trabalho para cada ano. Houve a participação e divulgação do projeto para toda a comunidade escolar no dia da exposição.



Figura 7 – I Feira de Ciências da Escola – agosto/2015.

d) Avaliação da qualidade da água do Arroio Pena Branca

As atividades de campo ocorreram em épocas distintas do ano: em dezembro de 2014 (Figura 8), em abril de 2015 (Figura 9), em julho de 2015 (Figura 10) e em setembro de 2015 (Figura 11). A justificativa para as coletas serem feitas em épocas diferentes se deve a influência da variação climática sobre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos.



Figura 8 - Avaliação da qualidade da água do Arroio Pena Branca – dezembro/2014.



Figura 9 – Avaliação da qualidade da água do Arroio Pena Branca – abril/2015.



Figura 10 - Avaliação da qualidade da água do Arroio Pena Branca – julho/2015.



Figura 11 - Avaliação da qualidade da água do Arroio Pena Branca – setembro/2015.

---

As coletas das amostras de água foram realizadas pelos estudantes bolsistas, com apoio dos professores bolsistas e dos técnicos do ISAM/UCS, seguindo o estabelecido na NBR 9.897/1987 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

Posteriormente, estas amostras foram conservadas a 4°C e encaminhadas para o Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais da UCS. Os parâmetros analisados em laboratório foram: coliformes termotolerantes; demanda bioquímica de oxigênio; demanda química de oxigênio; fósforo total; nitrogênio total; e sólidos totais.

A avaliação em campo foi feita com base nos parâmetros: condutividade, ORP, oxigênio dissolvido, pH, sólidos dissolvidos totais, temperatura da amostra e turbidez utilizando-se uma sonda multiparâmetro da marca Horiba.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que foram selecionados para estudo possibilitam sua aplicação no Índice de Qualidade da Água (IQA), índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation (USA) e adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). O IQA é atualmente o principal índice para avaliação da qualidade da água no país, tendo sido desenvolvido com o intuito de avaliar a qualidade da água bruta a ser destinada para abastecimento público, após receber o tratamento necessário.

Os estudantes receberam os relatórios de ensaio dos parâmetros coletados em campo e realizados em laboratório, desenvolvendo suas habilidades de leitura e interpretação dos mesmos, concluindo que os parâmetros físicos e químicos do arroio não apresentavam boa classificação. Ao utilizar estes parâmetros na calculadora IQA, também concluíram que o Arroio Pena Branca está com suas águas poluídas, estando na classe de enquadramento 2 de acordo com a Resolução CONAMA 357, de 2005.

Para a coleta dos macroinvertebrados bentônicos foi utilizado um amostrador tipo "puçá aquático" ("frame dip-net", malha 0,250 mm) e um "amostrador Surber-Bento" (malha de 0,250 mm) para substratos formados por grandes cascalhos, em uma área amostral de 900 cm<sup>2</sup>, durante três minutos. As amostras foram fixadas *in situ* com álcool 70% (Figura 12), armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, onde foram lavadas em diferentes redes de malhas, sendo a menor malha com tamanho de 0,5 mm. Os macroinvertebrados foram triados com o auxílio de dois Estereomicroscópio (lupa binocular) e acondicionados em tubetes de vidro com álcool 70% e etiquetados, para a construção da coleção de macroinvertebrados na Escola Municipal de Ensino Fundamental Italo João Balen. A classificação taxonômica foi realizada pelos estudantes e sob orientação de especialista, com o auxílio da lupa binocular, até o nível de ordem e baseada em bibliografia especializada (BOUCHARD JR., 2004; FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001; MERRIT; CUMMINS; BERG, 2008; MERRIT; CUMMINS, 1984).



Figura 12 – Macroinvertebrados da ordem Diptera – *Chironomidae* coletados no Arroio Pena Branca – 2014/2015.

Os resultados obtidos com as análises dos macroinvertebrados bentônicos também apontam que a qualidade das águas do arroio Pena Branca está comprometida, visto que foram encontrados predominantemente grupos de macroinvertebrados tolerantes à poluição. Os macroinvertebrados coletados, pertencentes à ordem Diptera - *Chironomidae* possuem algumas espécies consideradas bioindicadoras de ecossistemas alterados. Os macroinvertebrados da ordem Diptera foram encontrados nas três amostras coletadas (verão, outono e primavera), na terceira coleta realizada, referente ao inverno, não foram identificados macroinvertebrados nas amostras. A ausência dos organismos nesta coleta pode ser justificada pelo fato de que a coleta foi realizada após um período de sete dias de chuva, o que causou o aumento significativo da vazão do arroio, favorecendo o desprendimento dos macroinvertebrados dos sedimentos. Ainda que tenham sido identificados apenas macroinvertebrados pertencentes à ordem Diptera – *Chironomidae*, os estudantes produziram uma coleção de referências para os macroinvertebrados encontrados, com todos os exemplares encontrados pela equipe (Figura 13).



Figura 13 – Coleção de macroinvertebrados coletados no Arroio Pena Branca - 2014/2015

#### e) O aquário na Escola

A atividade de montagem e monitoramento de um aquário no ambiente escolar teve por objetivo possibilitar com que os estudantes realizassem analogias entre um ecossistema natural e artificial de água doce, evidenciando que há muitas similaridades entre a dinâmica de ambos os ecossistemas. Esta estratégia buscou desenvolver nos estudantes um sentimento de pertencimento e responsabilidade sob os recursos hídricos, visto que o desafio que lhes foi colocado era a manutenção e sobrevivência da fauna presente no aquário.

Antes da montagem do aquário na escola, os estudantes se prepararam, participando de vivências educacionais e ambientais no *UCS Aquarium* (Figura 14). As atividades realizadas tiveram como objetivo introduzir a temática aos alunos, ao mesmo tempo em que orienta sobre a montagem de um aquário e sua manutenção. A sequência didática no *UCS Aquarium* se pautou nos seguintes aspectos:

Importância;

Montagem;

Equipamentos necessários;

Compatibilidade de peixes;

A alimentação;

Outras particularidades.



Figura 14 – Vivência dos estudantes no UCS Aquarium – abril/2015.

Dentre as diversas atividades realizadas com os professores e estudantes bolsistas, propôs-se uma atividade prática vinculada à teia alimentar (Figura 15), com o objetivo de despertar nos mesmos a importância de todos os elementos bióticos e abióticos da natureza, bem como sua interação com todos os seres para um ecossistema equilibrado.



Figura 15 – Vivência com os estudantes sobre a teia alimentar – abril/2015.

A montagem do aquário foi realizada pelos estudantes em abril de 2015. As avaliações dos parâmetros físico-químicos como pH, temperatura, nitritos, cloro, amônia e oxigênio dissolvido foram realizadas inicialmente uma vez por semana, visando identificar a estabilidade dos parâmetros. As espécies de peixes e moluscos selecionadas foram:

Peixe plati - *Xiphophorus maculatus*

Peixe espada - *Xiphophorus helleri*

Peixe cascudo - *Ancistrus*

Peixe guppy - *Poecilia reticulata*

Caracol aruá-do-banhado - *Pomacea canaliculata*

A inserção das espécies biológicas peixes e pomáceas somente foi realizada na sétima semana de monitoramento (Figura 16).



Figura 16 – Introdução dos seres vivos no aquário da Escola – maio/2015.

Cabe destacar que a definição das quatro espécies de peixes e uma de molusco introduzidas no aquário foi de responsabilidade dos estudantes bolsistas, com apoio dos profissionais do *UCS Aquarium*. O controle dos parâmetros continuou sendo realizado semanalmente pelos estudantes, com o objetivo de fornecer subsídios para discussões a respeito das dinâmicas ocorrentes no aquário e sua correlação com o ambiente natural, o Arroio Pena Branca.

Através do monitoramento dos parâmetros na água do aquário, os estudantes observaram que a temperatura sofreu uma pequena variação no período de monitoramento, principalmente nos dias mais frios. Estas variações foram justificadas por problemas técnicos com o aquecedor instalado no aquário. O pH da água se manteve estável em 7,5. A amônia foi o parâmetro que sofreu maiores alterações, podendo ser o indicativo para a causa da morte de alguns peixes do aquário durante o período de monitoramento. Inicialmente, o nitrito sofria alterações constantes, no entanto, foi identificada a estabilidade no decorrer das semanas. O oxigênio dissolvido manteve-se nos padrões adequados. Foram realizadas duas trocas de 50% da água do aquário, com objetivo de estabilizar a amônia.

A montagem do aquário na escola acabou gerando um resultado positivo sobre a integração e mobilização da comunidade escolar, sendo possível estabelecer inter-relações com os recursos naturais e os seres vivos, valorizando o meio ambiente.

## CONCLUSÃO

Os resultados apontam sobre a possibilidade de estudantes do Ensino Fundamental realizarem o monitoramento da qualidade da água em regiões urbanas, tanto com a análise da qualidade da água utilizando equipamentos de monitoramento e métodos laboratoriais, quanto através da análise quali-quantitativa dos macroinvertebrados encontrados na água. Com os resultados obtidos no projeto, pode-se afirmar que os estudantes de Ensino Fundamental compreenderam que organismos aquáticos, como macroinvertebrados, podem auxiliar na identificação das condições de qualidade da água de um recurso hídrico além de desenvolver a habilidade de classificar as diferentes famílias de macroinvertebrados e relacioná-las à qualidade da água que elas indicam. Os estudantes do Ensino Fundamental puderam compreender os fatores que interferem

na sobrevivência de organismos presentes nos rios, bem como a importância da preservação do meio ambiente. Assim, compreenderam os fatores e de que maneira contribuíram para a poluição deste arroio.

Os relatos dos professores da escola após a atividade de campo nas duas microbacias hidrográficas do Município demonstraram preocupação e interesse pelas questões ambientais, sendo que muitos relataram a possibilidade da inter-relação entre os conteúdos abordados durante o ano letivo, em suas respectivas disciplinas, e as observações obtidas em campo. Neste contexto, entende-se que a estratégia de mobilização dos professores por meio de atividade de campo, foi essencial para o despertar e o envolvimento deste segmento da comunidade escolar com o tema, inclusive com o interesse dos mesmos em vincular o que eles perceberam nesta atividade, aos estudos realizados em sala de aula.

Ainda com relação ao envolvimento da comunidade escolar no Projeto, outro aspecto importante a ser destacado, consiste a realização da I Feira de Ciências na Escola. O desenvolvimento do Projeto na escola despertou o interesse de mais professores e estudantes para a atuação na área científica, tendo início o processo de organização e planejamento de feiras de ciências para os próximos anos, e ainda, a formação de um clube de ciências por parte dos estudantes interessados. Os motivadores desta ideia são os professores e estudantes bolsistas envolvidos no projeto que atuaram como multiplicadores ambientais.

Com a montagem do aquário, o grupo passou a perceber as semelhanças e diferenças entre o aquário e o arroio, comparando e discutindo a visão de cada um com relação a esses meios, desenvolvendo uma postura diferente com relação aos ecossistemas, tornando-se ativos nos processos de preservação ambiental. A analogia entre o aquário e o arroio tornou-se uma estratégia de ensino para aprendizagem ativa dos estudantes, pois facilitou a compreensão de alguns acontecimentos recorrentes aos dois meios. Durante o período da prática da atividade envolvendo o aquário observou-se a motivação e o interesse, não apenas dos estudantes diretamente envolvidos no projeto, mas de toda a comunidade escolar, inclusive visitantes da escola, despertando a sensibilização ambiental e a percepção da importância da preservação dos ecossistemas análogos ao aquário. Além disso, o aquário continua sendo monitorado pelos estudantes e servindo de espaço de interação entre um meio natural (o arroio) e um meio artificial (o aquário), servindo como ferramenta de ensino para outras turmas.

Finalmente, com o desenvolvimento do projeto, os professores e estudantes bolsistas conheceram a iniciação científica, possibilitando o despertar para esta vocação. O envolvimento, principalmente dos estudantes de Ensino Fundamental nas atividades de pesquisa, demonstrou-se uma importante ferramenta para a compreensão das metodologias científicas e sua aplicabilidade em atividades de biomonitoramento ambiental. Visto que a meta da gestão ambiental é desenvolver e aplicar métodos, tanto em sistemas de produção, como em seus sistemas naturais, almejando uma relação sustentável entre o homem e o meio ambiente, o tema Educação Ambiental e Recursos Hídricos vem contribuir nessa busca, principalmente no sentido de aproximar o estudante e a escola do seu entorno, do seu bairro, da sua cidade, tomando os envolvidos conscientes do meio natural existente no seu meio construído, no ecossistema urbano. Além disso, a construção de instrumentos, processos e metodologias que possam ser incorporadas ao currículo do ensino formal e não formal, são ferramentas importantes na busca de atitudes de respeito ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.
- BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 425-441, 2008.
- BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M.; GALDEAN, N. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. *J. Aquat. Ecos.*, v. 4, p. 51-59, 2000.
- BOUCHARD JR., R. W. *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest*. Saint Paul, Minnesota: Water Resources Center, 2004.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. In: \_\_\_\_\_. **Ministério do Meio Ambiente**. Ministério do Meio Ambiente. c2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: maio 2015.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Qualidade da água: padrões de potabilidade e controle da poluição: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Belo Horizonte: ReCESA, 2013.
- CALLISTO, M.; FRANÇA, J. Bioindicadores de qualidade da água: transmissão de metodologias para o ensino fundamental e médio. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 7., 2004, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: [s. n.], 2004. 1 CD-ROM.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.
- FERNANDEZ, H. R.; DOMINGUEZ, E. (Ed.). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucumán: Ed. Universitaria de Tucumán, 2001.
- GERAQUE, Eduardo. Sistema Cantareira terá níveis de alerta contra seca em São Paulo. *Folha de São Paulo*, 7 abr. 2016. Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br/folha/diario/2015/09/1678624-sistema-cantareira-tera-niveis-de-alerta-contra-seca-em-sao-paulo.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/folha/diario/2015/09/1678624-sistema-cantareira-tera-niveis-de-alerta-contra-seca-em-sao-paulo.shtml)>. Acesso em: abr. 2016.
- MACHADO, J. F. Fazendo a Educação Ambiental na escola. In: BARBOSA, F.; GUERRA, C. *Programa de Educação Ambiental na Bacia do Rio Piracicaba: curso de formação de professores na área ambiental*. Belo Horizonte: UFMG, ICB, 1996.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 2. ed. Dubuque: Kendall & Hunt, 1984.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall & Hunt, 2008.
- MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico bmwp à Bacia do Rio Meia Ponte-GO. *Oecol. Bras.*, v. 12, n. 3, p. 553-563, 2008.
- SECCO, M. M. F. V. *O conceito de bacia hidrográfica como instrumento de Educação Ambiental: uma experiência na Escola Bosque de Belém/PA*. Belém, PA: [s. n.], 1998.
- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. *Comunicado Técnico Embrapa*, v. 19, p. 1/7, 2005.
- STRIEDER, M. N.; SCHERER, R. T.; VIEGAS, G. Biomonitoramento da qualidade das águas em arroios na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. *UNIREVISTA*, São Leopoldo, v. 1, n. 1, p. 47-56, 2006.