

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Instituto de Ciências Biológicas ICB/UFMG

**MICROORGANISMOS COMO AGENTES DE DESPOLUIÇÃO DAS ÁGUAS: uma  
prática investigativa para educação de jovens e adultos**

Luis Phillipe Carvalhais Leal

Belo Horizonte  
2019

Luis Phillipe Carvalhais Leal

**MICROORGANISMOS COMO AGENTES DE DESPOLUIÇÃO DAS ÁGUAS: uma  
prática investigativa para educação de jovens e adultos**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM  
apresentado ao Mestrado Profissional em  
Ensino de Biologia em Rede Nacional-  
PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas  
ICB/UFMG, da Universidade Federal Minas  
Gerais, como requisito parcial para obtenção  
do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Hannemann  
Wieloch

Belo Horizonte  
2019

043

Leal, Luis Phillipe Carvalhais.

Microrganismos como agentes de despoluição das águas: uma prática investigativa para educação de jovens e adultos [manuscrito] / Luis Phillipe Carvalhais Leal. – 2019.

122 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Hannemann Wieloch.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Educação em Saúde Ambiental. 3. Purificação da Água. 4. Pesquisa. I. Wieloch, Alfredo Hannemann. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE<br>CONCLUSÃO DE MESTRADO DE LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Defesa No. 25<br>Entrada<br>2º/2017 |
|---|-------------------------------------|

No dia 26 de julho de 2019, às 14:00, reuniram-se, na Sala 414, CAD1/UFMG, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**Microrganismos como Agentes de Despoluição das Águas**" como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: Ensino de Biologia. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dr. Alfredo Hannemann Wieloch, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato **LUIS PHILLIPE CARVALHAIS LEAL**, para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

| Professor examinador          | Instituição | Indicação<br>(Aprovado/Reprovado) |
|-------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Dr/a. ALFREDO H. WIELOCH      | UFMG        | APROVADO                          |
| Dr/a. CRISTIANE L.F. MENDONÇA | PUC MINAS   | Aprovado                          |
| Dr/a. JADER DOS SANTOS CRUZ   | UFMG        | APROVADO                          |

Pelas indicações, o candidato foi considerado: APROVADO

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão. Comunicou-se ainda ao candidato que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda à homologação.

Quint.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 26 de julho de 2019.

PROF. ALFREDO HANNEMANN WIELICH

Nome

Assinatura



PROF. CRISTIANE LA FETA FURTADO DE MENDONÇA

Nome

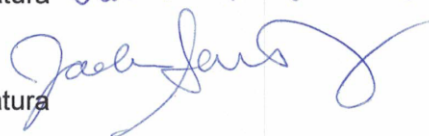
Assinatura




PROF. JADER DOS SANTOS CRUZ

Nome

Assinatura



Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do Colegiado local do PROFBIO.



Tânia Mara Segatelli  
Coordenadora PROFBIO  
ICB-UFMG

## RELATO DO MESTRANDO

|  |
|--|
| Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais.   |
| Mestrando: Luis Phillipe Carvalhais Leal.  |
| Título do TCM: Microrganismos como agentes de despoluição das águas: uma prática investigativa para a Educação de Jovens e Adultos.  |
| Data da defesa: 26/07/2019   |
| <p>No decorrer do meu caminho pelo ProfBio, as concepções que possuía sobre meu papel como professor e a forma como deveria abordar os conteúdos em sala, mudaram completamente. Um profissional que acreditava na eficácia de aulas muito conteudistas e repletas de conceitos a serem decorados, passou a adotar um perfil que valoriza o ensino mais contextualizado e voltado a realidade dos alunos, que permite uma participação ativa do aluno valorizando e estimulando seu raciocínio e autonomia, utilizando como ferramenta o ensino de caráter investigativo.</p> <p>Uma passagem marcante foi a saída de campo que realizamos no final do Tema 3, em 2018, quando estudamos dois diferentes processos de sucessão ecológica, um na parte externa da formação rochosa da gruta da lapinha e outro na lagoa do sumidouro, ambos formados por terreno cárstico. Além desses, realizamos também uma rápida atividade sobre o levantamento populacional de caramujos habitantes da lagoa do sumidouro, relacionando à preferência alimentar do gavião caramujeiro que durante sua migração utiliza essa área para alimentação. Essa saída de campo propiciou o exercício de aplicar os conhecimentos na prática, além de amplia-los. A segunda passagem foi o estudo da cadeia trófica invertida empregando um estudo de caso ocorrido em uma das lagoas do parque do rio doce, que fizemos na semana seguinte a saída de campo. Em ambas as passagens, as atividades desenvolvidas podem ser utilizadas como exemplos para a elaboração de aulas, mas respeitando as limitações que temos nas escolas, que tornem o estudo da ecologia mais interessante e deixem nossos alunos mais motivados.</p> |

## **AGRADECIMENTO A CAPES**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001.

## DEDICATÓRIA

A Deus primeiramente, por esta conquista e oportunidade de completar mais este desafio.

A minha mãe, Maria Helena, já não mais fisicamente entre nós, mas na certeza que sempre esteve ao meu lado espiritualmente, agradeço ao amor incondicional, educação e exemplos dados que me guiam até hoje.

Ao meu pai, Cid Pereira, assim como minha mãe já partiu, do qual sinto muitas saudades de nossas conversas, esta vitória também é sua meu velho. Não poderia esquecer sua esposa, irmã de minha mãe, Tia Alão, que me acolheu em sua casa e me criou por um curto período de tempo juntamente com seus filhos, no momento em que minha mãe mais precisou meu muito obrigado!

A minha amada esposa Mônica Jácome pelo amor, companheirismo e apoio incondicionais ao longo deste percurso, não medindo esforços para que eu pudesse me dedicar o tempo necessário em casa aos estudos.

Ao meu maior presente, meu filho João Filipe, que chegou ao final desta jornada trazendo àquela força e gás necessários para a finalização da escrita do TCM. A ele peço desculpas pelos momentos de ausência, tão difíceis, mas necessários.

Aos meus avós maternos, tios e tias, que se tornaram meus pais e mães, muito obrigado pelo carinho sempre a mim dedicado. Primos e primas, que sempre considerei como irmãos, mesmo estando tão ausente nestes últimos tempos, saibam que nunca me esqueci de vocês, meu muito obrigado.

A Maria José de Oliveira, “Tia Lilia”, pelo amor e carinho de filho que me foi dado incondicionalmente durante sua vida.

Aos afilhados queridos, Leonardo, Lara, Laura, Júlia e Luisa, pelo amor e aprendizado.

Aos meus irmãos da República Alambique, com os quais convivi durante minha graduação em Ouro Preto/MG, pelas alegrias, conselhos e ensinamentos.

Ao meu sogro Dirceu, a minha sogra mãe Bebel, meu cunhado Juninho, sua esposa Dilma e filhas, minhas cunhadas Gabriela e Camila, seus maridos Gustavo e Klaus e filhas, agradeço pelos inúmeros momentos de convivência e felicidade.



Aos alunos da Escola Estadual Paulo das Graças da Silva e da Escola Municipal Wladimir de Paula Gomes, pela possibilidade de aprender a cada dia um pouco mais. Aos meus colegas de trabalho dessas escolas pelos momentos de descontração tão necessários.

Ao professor Alfredo pelo companheirismo e amizade ao longo de tantos anos e por ter sido meu orientador.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos colegas e amigos da turma 1, ProfBio, pelo apoio e companheirismo nesta longa jornada. Nunca me esquecerei dos nossos lemas: “ninguém fica para trás” e “quem flutua nunca cai”.

Aos professores do ProfBio, pelos momentos de aprendizagem e trocas de experiências, em especial aos professores Dr. Alfredo Hannemann Wieloch e Dra. Mônica Bucciarelli, pelo apoio, paciência e dedicação durante o desenvolvimento das atividades didáticas apresentadas ao final de cada etapa.

A Universidade Federal de Minas Gerais e o Instituto de Ciências Biológicas pela materialidade, apoio e espaços físicos utilizados durante o curso.

Ao Prof. Dr. Ivo de Sena Oliveira, pelo companheirismo e pela disponibilidade em traduzir o resumo para a língua inglesa.

Ao laboratório do professor Dr. Alfredo Hannemann Wieloch por todo aporte disponibilizado a mim ao longo deste mestrado.

## RESUMO

O presente TCM consiste da aplicação de três atividades e construção de uma sequência didática, voltadas à educação ambiental no ensino médio, modalidade EJA, utilizando como tema a despoluição em ambientes aquáticos realizada pelos microrganismos. A educação ambiental é garantida na educação básica pela Constituição Nacional de 1988, leis 9.795/99; 6.938/81; LDB/97 e pelo PCN/2000. A EJA é assegurada pela LDB/17. O ensino por investigação presente no PCN/2000, BNCC/17 e estudado por diversos pesquisadores, deve apresentar entre outras características problematização, proposição de hipóteses, comparação das hipóteses com os resultados encontrados e a elaboração de conclusões. O estudo dos microrganismos e suas importantes ações na proteção ambiental são endossados por vários estudos publicados pela comunidade científica, PCN/2000 e pela BNCC/17. Os objetivos foram elaborar e aplicar atividades práticas de natureza investigativa sobre a ação dos microrganismos na despoluição das águas e um questionário pré e outro pós-atividades, realizar uma pesquisa sobre estação de tratamento de esgoto, produzir uma sequência didática a partir das atividades desenvolvidas, estimular o senso crítico dos estudantes com relação ao papel dos microrganismos da despoluição e na preservação do meio ambiente e fazer uma visita técnica a uma ETE. Foi aplicado o questionário pré-atividade, logo em seguida realizadas as atividades de cunho investigativo e a pesquisa, por último utilizado o questionário pós-atividade e construída a sequência didática. Os resultados mostraram que a realização das atividades propostas possibilitou um estudo com características investigativas, permitiu um ganho de conhecimento pelos alunos e estimulou a construção do senso crítico e de argumentos com relação ao papel dos microrganismos na depuração de poluentes e na conservação do meio ambiente. Conclui-se que exercícios aplicados foram ferramentas efetivas para o entendimento da ação dos seres vivos microscópicos na limpeza de ambientes aquáticos, oportunizaram o ganho e a consolidação do conhecimento e o diagnóstico de defasagens persistentes após o estudo.

**Palavras-chave:** Despoluição da água. Microrganismos. Educação Ambiental. Atividades Investigativas.

## ABSTRACT

The present work describes three distinct activities and a didactic sequence developed for young and adult students in high school focusing on environmental education, more specifically, on water cleaning processes bioremediated by microorganisms. According to the Brazilian Constitution of 1988, environmental education as part of basic education is assured by law (9.795/99; 6.938/81; LDB/97 and PCN/2000), as well as it is the access to education for young and adult people (Portuguese=EJA; law LDB/17). An investigative teaching, as presented in the PCN/2000 and NBCC/17 and studied by several researchers, should combine a clear identification of the problem with formulation of hypotheses, evaluation of the obtained results and eventually statement of conclusions on the topic. The importance of investigating microorganisms, as well as their relevance for habitat conservation, have been demonstrated in several scientific studies and highlighted in the PCN/2000 and BNCC/17. The aims of the present work were to (1) elaborate and apply practical investigative activities on the role microorganisms in water cleaning processes, (2) carry out a survey prior and after the developed activities, (3) perform a research on sewage treatment plant, (4) design a didactic sequence from the activities proposed, (5) stimulate the critical thinking of the students regarding the role of microorganisms in water cleaning processes and habitat conservation, and finally (6) visit a sewage treatment plant for practical purposes. For that, a survey was performed prior to the activities. Thereafter, the investigative and research activities were carried out, a post-activity survey was applied and the didactic sequence was designed. The obtained results show that the approach presented herein allows studies with investigative characteristics, substantially increases the knowledge of the students and favour their critical thinking and argumentation regarding the role of the microorganisms in water cleaning processes and habitat conservation. To conclude, the applied actions formed effective tools for understanding the importance of microscopic organisms for aquatic environments, and allowed for the development and consolidation of the knowledge, as well as the identification of possible gaps that remained after the study.

**Keywords:** Water Depollution. Microorganisms. Environmental Education. Investigative activities.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Esquema do ciclo investigativo.....   | 30 |
| Figura 2 – Esquema das evidências.....   | 31 |
| Figura 3 – Gráfico comparativo, questão número 1 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.....  | 41 |
| Figura 4 - Gráfico comparativo, questão número 2 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.....  | 42 |
| Figura 5 – Gráfico dos exemplos citados pelos alunos na questão número 2 do questionário pós-atividade prática 2.....      | 43 |
| Figura 6 - Gráfico comparativo, questão número 3 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.....  | 44 |
| Figura 7 - Gráfico comparativo, questão número 4 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.....  | 45 |
| Figura 8 - Gráfico comparativo, questão número 5 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.....  | 46 |
| Figura 9 - Gráfico comparativo, questão número 6 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.....  | 47 |
| Figura 10 - Gráfico comparativo, questão número 7 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2..... | 48 |
| Figura 11- Gráfico comparativo, questão número 8 dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.....  | 49 |
| Figura 12 - Gráfico questão número 9 dos questionários pré-atividade prática 1.....  | 50 |
| Figura 13 - Gráfico questão número 9 dos questionários pós-atividade prática 2.....  | 51 |
| Figura 14 – Imagem da resposta, turma A, questão 2, considerada ilegível .....   | 55 |
| Figura 15 – Imagem da resposta, turma B, questão 2, onde não se entendi o que está escrito.....                            | 55 |
| Figura 16 – Imagem da resposta, turma B, questão 3, que se encontra ilegível .....   | 56 |
| Figura 17 – Imagem da tabela, turma A, pertencente à categoria adequado.....   | 58 |
| Figura 18 – Imagem da tabela, turma A, pertencente à categoria não adequado.....   | 58 |
| Figura 19 – Imagem da tabela, turma A, pertencente à categoria não adequado.....   | 58 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 20 – Imagem da tabela, turma B, avaliada como adequada.....  | 59 |
| Figura 21 – Imagem da tabela, turma B, avaliada como não adequada.....  | 59 |
| Figura 22 – Imagem de um gráfico, turma B, proposto como forma alternativa para apresentar os dados da tabela.....  | 59 |
| Figura 23 – Imagem de um segundo gráfico, turma B, proposto como forma alternativa para apresentar os dados da tabela.....  | 60 |
| Figura 24 – Foto das folhas e aquários utilizados na atividade prática 2 .....  | 69 |
| Figura 25 – Foto do local de coleta das folhas usadas no experimento.....   | 69 |
| Figura 26 – Prancha 1, turma A.....   | 73 |
| Figura 27 – Gráfico com os valores de pH, turma A, medidos da 5 <sup>a</sup> a 8 <sup>a</sup> aula de observação.....   | 74 |
| Figura 28 – (A) foto do aparelho celular e lente convergente acoplada à câmera traseira, (B) foto do aparato formado por dois livros didáticos de cada lado que suportam uma lâmina, com celular como fonte luminosa..... | 75 |
| Figura 29 – Prancha 2, turma B.....   | 76 |
| Figura 30 – Gráfico com os valores de pH, turma B, medidos da 5 <sup>a</sup> a 8 <sup>a</sup> aula de observação.....   | 77 |
| Figura 31 – Organograma da sequência didática.....  | 81 |
| Figura 32 – Foto da montagem do experimento.....  | 85 |
| Figura 33 – (A) Foto do aparelho celular e lente convergente, (B) lente convergente acoplada à câmera traseira.....   | 87 |
| Figura 34 – Prancha 3.....  | 88 |
| Figura 35 – Foto do aparato formado por dois livros didáticos de cada lado que suportam a lâmina.....   | 88 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Pré-teste: questionário com perguntas feitas aos alunos, acompanhado dos objetivos pretendidos com cada uma delas..... | 38 |
| Tabela 2 – Pós-teste: questionário com perguntas aos alunos, acompanhado dos objetivos pretendidos com cada uma delas.....        | 39 |
| Tabela 3 – Perguntas que nortearam a pesquisa sobre a ETE com seus respectivos objetivos.....                                     | 61 |
| Tabela 4 – Exemplos de respostas da turma A classificadas como adequadas e não adequadas.....                                     | 63 |
| Tabela 5 – Exemplos de respostas da turma B classificadas como adequadas e não adequadas.....                                     | 65 |
| Tabela 6 – Perguntas com seus objetivos para nortear a pesquisa sobre a ETE.....  | 84 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|      |   |
|------|---|
| AI   | Atividades Investigativas                         |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular                    |
| CAAE | Certificado de Apresentação para Apreciação Ética |
| CE   | Constituição Nacional                             |
| CEP  | Comitê de Ética em Pesquisa                       |
| DQO  | Demanda Química de Oxigênio                       |
| EA   | Educação Ambiental                                |
| EJA  | Educação de Jovens e Adultos                      |
| EnCI | Ensino de Ciências por Investigação               |
| ETE  | Estação de Tratamento de Esgoto                   |
| LDB  | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional    |
| PCN  | Parâmetros Curriculares Nacionais                 |
| PNE  | Plano Nacional de Educação                        |
| PNEA | Plano Nacional de Educação Ambiental              |
| TALE | Termo de Assentimento Livre e Esclarecido         |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido        |
| TCM  | Trabalho de Conclusão de Mestrado                 |
| UFMG | Universidade Federal de Minas Gerais              |



## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>18</b> |
| 1.1 Legislações sobre educação ambiental e ensino médio EJA– Educação de Jovens e Adultos.....    | 18        |
| 1.2 Base Nacional Comum Curricular.....   | 19        |
| 1.3 Microrganismos como agentes despoluidores da água.....  | 21        |
| 1.4 Ensino por investigação.....  | 24        |
| <b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>3 OBJETIVOS.....</b>   | <b>34</b> |
| 3.1 Objetivo geral.....   | 34        |
| 3.2 Objetivos específicos.....  | 34        |
| <b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>5 RESULTADOS.....</b>  | <b>38</b> |
| 5.1 Questionário pré-atividade prática 1.....   | 38        |
| 5.2 Questionário pós-atividade prática 2.....   | 39        |
| 5.3 Análise quantitativa dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2..... | 40        |
| 5.4 Atividade prática 1.....  | 52        |
| 5.4.1 Histórico.....  | 52        |
| 5.4.2 Descrição da atividade .....  | 53        |
| 5.4.3 Resultados qualitativos .....   | 54        |
| 5.5 Pesquisa sobre Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).....                                     | 61        |
| 5.6 Atividade prática 2- despoluição natural das águas.....                                       | 68        |
| 5.6.1 Descrição da atividade.....   | 68        |
| 5.6.2 Resultados qualitativos.....  | 72        |
| 5.6.3 Relatórios elaborados pelos estudantes.....   | 78        |
| 5.7 Sequência didática sobre o papel dos microrganismos na despoluição das águas.....             | 81        |
| 5.7.1 Primeira parte.....   | 82        |
| 5.7.2 Segunda parte.....  | 83        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.7.3 Terceira parte.....   | 84         |
| <b>6 DISCUSSÃO.....</b>   | <b>90</b>  |
| <b>7 CONCLUSÃO.....</b>   | <b>95</b>  |
| <b>8 REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>9 APÊNDICES.....</b>   | <b>102</b> |
| <b>APÊNDICE A – Questionário pré-atividade 1.....</b>   | <b>102</b> |
| <b>APÊNDICE B – Modelo experimental para trabalhar o processo de depuração natural dos poluentes em corpos d`agua utilizando a diluição.....</b>                        | <b>104</b> |
| <b>APÊNDICE C - Roteiro para elaboração da pesquisa sobre estação de tratamento de esgoto.....</b>  | <b>108</b> |
| <b>APÊNDICE D - Roteiro para elaboração do relatório atividade prática 2-despoluição natural das águas.....</b>   | <b>109</b> |
| <b>APÊNDICE E - Questionário pós-atividade 2:.....</b>  | <b>110</b> |
| <b>APÊNDICE F - Termo de assentimento livre e esclarecido do (s) estudante (s).....</b>   | <b>112</b> |
| <b>APÊNDICE G - Termo de consentimento livre e esclarecido (alunos maiores de 18 anos).....</b>   | <b>115</b> |
| <b>10 ANEXO .....</b>   | <b>118</b> |
| <b>ANEXO A – Parecer consubstanciado de aprovação do projeto de pesquisa emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais....</b> | <b>118</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Legislações sobre educação ambiental e ensino médio EJA – Educação de Jovens e Adultos

A educação ambiental tem garantida sua aplicação no ensino médio através da Constituição Federal de 1988 (CF/88), que em seu inciso VI do § 1º parágrafo do artigo 225, diz que: o poder público deve promover uma educação ambiental em todos os níveis de ensino, uma vez que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, e essencial à sadia qualidade devida, impondo-se ao dever público e coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as futuras gerações. A Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu inciso X do artigo 2º, estabelece que a educação ambiental seja ministrada a todos os níveis de ensino, capacitando para a participação ativa em defesa do meio ambiente.

A lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que se encontra regulamentada pelo decreto 4.281 de 25 de junho de 2002, ao tratar da Educação Ambiental (EA) institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades da educação e carrega como objetivos da EA incentivar a participação individual e coletiva, permanente e responsável na preservação do equilíbrio do meio ambiente e na defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável da cidadania, e proporcionar o entendimento integrado do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, estabelecidas pela resolução de número 2, do ano de 2012, apresentam entre seus objetivos: a construção de conhecimentos que permitam a proteção do ambiente natural e de uma responsabilidade cidadã na reciprocidade das relações entre o ser humano e o ambiente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Ministério da Educação, 2000) para o Ensino Médio, documento norteador para atividade docente, em sua terceira parte “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, expressa que um dos objetos do ensino da Biologia é o fenômeno da vida em toda a sua diversidade de manifestações. Esse documento salienta que a construção de uma visão de mundo pelo aluno, passa pela compreensão de que a vida é feita de contínuas interações entre diferentes elementos existentes, que o ambiente é o

produto da interação entre fatores bióticos e abióticos e que um aprendizado realmente ativo, especialmente em Biologia, deve superar e ultrapassar a memorização de nomes de organismos, sistemas e processos, sendo os conteúdos apresentados como problemas a serem resolvidos com os alunos. Além disso, o PCN aborda a importância dos discentes saberem relacionar a destruição do ambiente com a piora da saúde humana, entendendo-a não somente como ausência de doença, e entender a vida sob a ótica biológica, como um acontecimento que se manifesta de várias formas, onde há interação dos seres vivos com os meios físico-químicos, por meio do ciclo da matéria e fluxo de energia. O PCN aborda as seguintes competências e habilidades a serem desenvolvidas nos educandos, com relação ao ensino de Biologia: apresentar suposições, hipóteses e expressar dúvidas, ideias e conclusões a cerca de fenômenos biológicos em estudo, conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem), reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações por ele produzidas em seu ambiente e julgar ações de intervenção, identificando aquelas que objetivam a saúde individual, coletiva e do ambiente.

A lei 9.309 de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) prevê que na formação básica de um cidadão seja assegurada a compreensão do ambiente natural e social e que os currículos dos ensinos fundamentais e médio, devem abranger o conhecimento do mundo físico e natural. Em sua versão mais atualizada de março de 2017, encontra-se expresso em seu artigo 37, que a Educação de Jovens e Adultos (EJA) é destinada a todos que não tiveram acesso ou continuidade aos estudos tanto a nível fundamental quanto médio, na idade própria. Nesse artigo, os sistemas educacionais devem assegurar gratuitamente através da modalidade EJA, as oportunidades educacionais apropriadas, considerando as características dos alunos, seus interesses e suas condições de vida e trabalho, cabendo ao poder público possibilitar o acesso e estimular a permanência dos discentes na escola.

## **1.2 Base Nacional Comum Curricular**

A Base Nacional Comum Curricular do ano de 2017 (BNCC), documento previsto na CF/88, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (LDB) e no Plano Nacional de Educação de 2014 (PNE), expressa o compromisso do governo brasileiro com a promoção de uma educação integral e desenvolvimento pleno dos estudantes voltado ao acolhimento com respeito às diferenças e sem discriminação e preconceitos. Documento que define o conjunto de aprendizagens essenciais que os discentes devem avançar durante as

etapas da educação básica assegurando aos mesmos seus direitos a aprendizagem e desenvolvimento em conformidade com o PNE, devendo ser aplicado unicamente a educação básica. Dentre as dez competências gerais que as aprendizagens durante a educação básica devem assegurar aos estudantes, citamos:

- 1- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
- 2- Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
- 3- Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (BNCC, 2017, p.9)

Na área Linguagem e suas Tecnologias, onde se encontra a língua portuguesa, a BNCC prega que os estudantes a partir de suas aprendizagens adquiram as competências específicas de:

Compreender o funcionamento das diferentes linguagens e práticas (artísticas, corporais e verbais) e mobilizar esses conhecimentos na recepção e produção de discursos nos diferentes campos de atuação social e nas diversas mídias, para ampliar as formas de participação social, o entendimento e as possibilidades de explicação e interpretação crítica da realidade e para continuar aprendendo. (BNCC, 2017, p.481).

As Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a qual disciplinas como biologia e química pertencem, alunos por meio de seus conhecimentos, devem conquistar as competências específicas:

- 1- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
- 2- Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BNCC, 2017, p.539).

A Matemática e suas tecnologias, mediante o aprendizado dos discentes, têm por finalidade possibilitar as competências específicas de:

1- Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente. 2- Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático. (BNCC, 2017, p.523)

### 1.3 Microrganismos como agentes despoluidores da água

Os microrganismos são trabalhados no ensino fundamental e médio, regular e EJA, como seres vivos pertencentes aos reinos Monera, Protoctista e Fungi, sendo unicelulares, autótrofos ou heterótrofos, eucariontes ou procariontes, aeróbios ou anaeróbios, parasitas ou de vida livre, aquáticos ou terrestres. Os de vida livre, principalmente do Reino Monera e Fungi, do ponto de vista ecológico são estudados como decompositores, atuando na degradação de plantas e animais mortos, de compostos orgânicos, transformando toda a matéria orgânica em minerais e outras substâncias, auxiliando na limpeza do ambiente, reciclagem da matéria e conseqüente despoluição dos ambientes terrestres e aquáticos, sendo por isso classificados como decompositores.

De acordo com CANDIDO (2009), os microrganismos pertencem a um grande grupo de seres vivos unicelulares de dimensões reduzidas, que podem ser encontrados como células isoladas ou agrupamentos dessas em diferentes arranjos (cadeia ou massa), onde as células, mesmo associadas, apresentam uma fisiologia independente, fazendo parte desse grande grupo os procariotos (bactérias e archaeas), os eucariotos (algas, protozoários e fungos) e os vírus, viroides e príons.

A Terra possui como habitantes que se estabeleceram aqui a milhões de anos atrás, os microrganismos, que são encontrados em toda a parte em uma grande diversidade de formas. Estão presentes no solo ajudando em sua fertilidade, nas profundezas da crosta terrestre, nos oceanos tanto na superfície quanto nos abismos, nos pântanos e lagos transformando a matéria orgânica em alimento, nos cumes das montanhas mais altas, nos polos terrestres, mas regiões de neves eternas (Antártida) e algumas mais resistentes ao calor vivem nas bordas de certos vulcões ou de “chaminés” nos fundos marinhos. Nos cursos de água limpos ou poluídos, no ar que respiramos e nos alimentos os microrganismos encontram-se existentes. (FERREIRA et al., 2010,p.4-5).

No trabalho intitulado **“ISOLAMENTO DE MICRORGANISMOS DEGRADADORES DE COMPOSTOS LIPÍDICOS DE ORIGEM VEGETAL DE**

**AMOSTRAS DE ÁGUAS DA BARRAGEM DO PASSAÚNA, SITUADA NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA, PARANÁ**”, (FEITOSA, 2002), a biorremediação é descrita por SERAFINI et al (2001), como um processo que utiliza microrganismos geneticamente modificados ou naturais, como bactérias, fungos e leveduras para eliminar substâncias muitas das vezes perigosas ao ser humano em substâncias com pouco ou nenhuma toxicidade como por exemplo o dióxido de carbono e a água. Esses microrganismos alimentam dessas substâncias perigosas retirando das mesmas a energia e nutrientes necessários a sua sobrevivência, sendo que após a degradação as populações de microrganismos voltam aos níveis normais. Para FEITOSA (2002) as medidas de biorremediação podem ser utilizadas na água e no solo ocorrendo tanto em condições aeróbicas como anaeróbicas, onde a principal vantagem é a mineralização das substâncias orgânicas, causando o desaparecimento completo do poluente sem deixarem resíduos, e muitos processos como tratamento da água, compostagem do lixo e mais recentemente limpeza de ônibus utilizam microrganismos.

VEIGA et al (2008) em seu trabalho com a cianobactéria *Aphanothece sp*, concluiu que essa alga possui potencial na remoção de matéria orgânica e consequente despoluição de águas residuárias, devido o crescimento das mesmas na presença de glicose e ausência de luz. “As cianobactérias são um grupo muito diverso de organismos procarióticos que sintetizam clorofila a e ficobilinas realizando a fotossíntese e a fixação do nitrogênio atmosférico” (VIDELA et al, 2018, p.31). Muitos gêneros de cianobactérias apresentam metabolismo heterotrófico em cultivos no escuro, consumindo matéria orgânica solúvel, como açúcares, ácidos graxos e acetato FAY (1983 APUD VEIGA, 2008).

Microrganismos fotossintetizantes executam uma importante função na eliminação de resíduos líquidos industriais, sendo sua utilização interessante porque envolve um baixo custo na instalação de equipamentos que purificam águas residuárias (KOBAYASHI; KURATA, 1978 APUD POLONIO, 2007). A bactéria *Rubrivivax gelatinosus*, é um fotossintetizante, não patogênico, encontrado em ambientes aquáticos, solos úmidos e efluentes industriais, realizando a função primordial de despoluir águas residuárias (PONSANO et al., 2002a; 2003; 2004 APUD POLONIO, 2007). *Rubrivivax gelatinosus* realiza a depuração de águas residuárias, sendo seu crescimento responsável por originar uma biomassa nutritiva (POLONIO 2007). A existência frequente de espécies púrpuras fotossintetizantes, como a *Rubrivivax sp*, em instalações de tratamento de despejos e lagoas, aponta para a possibilidade do uso desses microrganismos no tratamento de efluentes (BALLONI et al., 1987; BALLOWS et al., 1992; KOBAYASHI; KURATA, 1978; PONSANO et al., 2002a APUD

POLONIO,2007). Segundo POLONIO (2007) GETHA et al. (1998) utilizaram bactérias *Rhodopseudomonas palustris*, para o tratamento de águas residuárias ricas em carboidratos, provenientes de fábricas de macarrão, obtendo uma redução de DQO (demanda química de oxigênio) do efluente em 77%.

Os lodos ativados são flocos formados pelo crescimento de bactérias e outros microrganismos em um esgoto na presença de gás oxigênio dissolvido JORDÃO & PESSOA (2005 APUD GOETTEMES, 2012). “É atualmente o sistema mais empregado para tratamento biológico de efluentes no mundo baseado na oxidação bioquímica dos compostos orgânicos e inorgânicos presentes por uma população microbiana diversificada” (SOARES et al, 2014, p.2). “Essa população microbiana é composta por bactérias, fungos, protozoários e micrometazoários” (BENTO et al, 2005, p.330). Segundo (SOARES et al, 2014, p.3) a população de protozoários é composta respectivamente por ciliados, amebas e flagelados e a de micrometazoários formada por rotíferos, nematoides, anelídeos e tardígrados.

Efluentes, segundo HOAG (2008 APUD BELTRAME et al, 2016) são águas residuais provenientes de cozinhas, garagens, locais de manutenção que contêm importante volume de óleos e detergentes, lavanderias e atividades hospitalares.

Organismos indicadores ou bioindicadores são seres vivos que estão ligados a condições ambientais muito específicas. Baseando-se nesses organismos Kolkwitz Marsson entre 1902 e 1935 desenvolveram o sistema de sapróbios, que foi revisado e ampliado por Liebmann entre 1950 e 1962. Com o auxílio deste sistema, é possível determinar a qualidade da água, calcular o nível de eficiência de uma estação de tratamento de efluentes, determinar a carga de contaminação de um rio ou lago, comprovar o derramamento ilegal de águas residuais não tratadas, examinar se uma água está própria para ser consumida ou utilizada no banho e acompanhar o crescimento ou decaimento da contaminação da água ao longo dos meses e anos. O sistema de sapróbios de Liebmann classifica a água em quatro níveis ou classes. “Classe IV – zona polisaprobica, muito pouco oxigênio existente, exala mau cheiro, armazena lodo podre, existindo muitas bactérias e poucos organismos de outras espécies. Nessa classe são encontrados microrganismos como bactérias, poucas espécies de algas azuis, diversos flagelados e muitos ciliados, sendo alguns predadores de bactérias. Classe III – zona  $\alpha$ -mesosaprobica, presença abundante de oxigênio, animais e plantas superiores são pouco frequentes. Estão presentes em grande quantidade microrganismos como algas azuis, flagelados e ciliados. Classe II – zona  $\beta$ -mesosaprobica, água rica em oxigênio, clara, redução na quantidade de bactérias existentes, é adequada ao banho e pode ser utilizada para o consumo humano mediante um tratamento adequado, apresenta uma maior diversidade de



animais e vegetais quando comparado aos níveis III e IV. São encontrados microrganismos como as algas azuis, amebas, ciliados e heliozoários. Classe I – zona oligosaprobia, a água é em grande parte pura, rica em oxigênio, não possui matéria orgânica morta e conseqüentemente é pobre em espécies e indivíduos. Microrganismos encontrados são algas azuis, flagelados, ciliados e heliozoários” (STREBLE & KRAUTER, 1987, p.31).

#### **1.4 Ensino por investigação**

O fracasso escolar para PEZZI & MARIN (2017) é um termo utilizado por vários autores para mencionar uma sequencia de eventos educacionais como a reprovação, o fraco rendimento, o desvio idade-série/ano e problemas em aprender. Para QUEIROZ (2006) fatores internos às escolas públicas têm sido defendidos como justificativas para explicar os fracassos escolares dos estudantes, que conseqüentemente estimulam os mesmos a evasão. Esses fatores oscilam do caráter reprodutor das instituições de ensino básico até o papel e a prática pedagógica do professor em sala de aula. “O professor no interior da escola é o produtor do fracasso escolar” (QUEIROZ, 2006, p.6).

Nas palavras de PEZZI & MARIN (2017), VIEIRA et al (2012), relatam que além das questões internas as instituições públicas de educação básica, variáveis externas como biológicas, emocionais e sociais dos discentes devem ser avaliadas para o entendimento do insucesso desses na escola.

Segundo QUEIROZ (2006), diferentes autores procuram entender e explicar os motivos dos fracassos dos estudantes em sua vida escolar, cujas conseqüências podem ser a repetência e a evasão. Além dessas (PEZZI & MARIN, 2017, p.3) relatam que:

O fracasso escolar penaliza uma criança por toda a sua vida, uma vez que ela deixa de estar em nível de igualdade com as demais, acarretando, futuramente, empregabilidade em ocupações com salários mais baixos e conseqüentemente aposentadoria inferior.

Para a sociedade o fracasso escolar pode resultar em aumento da criminalidade e a necessidade por gastos adicionais com a saúde e assistência social (PEZZI & MARIN, 2017, p.3)

Um fator que favorece ao entendimento do fracasso escolar dos alunos, nas palavras de IZIDORO et al (2014) é a desnutrição, que vem sendo associada ao baixo desempenho escolar, podendo em longo prazo reduzir ou até mesmo impedir o pleno desenvolvimento das capacidades do indivíduo, principalmente quando incide no período de crescimento cerebral.

É relatado por SCARPA & CAMPOS, 2018, p. 25, que dentre as mudanças ocorridas em nossa educação no século XX, está o papel dos agentes da sala de aula, professores e alunos, no processo de ensino e aprendizagem:

De uma concepção na qual o professor era tido como o detentor do conhecimento que poderia ser transmitido unidirecionalmente para um aluno que recebia de maneira passiva e como uma tábula rasa, hoje acredita-se que os estudantes estão no centro do processo de ensino e aprendizagem, agindo ativamente na construção do conhecimento, a partir daqueles que apresentam sobre os fenômenos, mediante as oportunidades oferecidas pelo professor.

A defesa sobre a importância da valorização da experiência de vida dos alunos no desenvolvimento de atividades escolares é defendida por diversos autores, dentre eles John Dewey e Jean Piaget. Em seu artigo, SCARPA & CAMPOS (2018), proferem que DEWEY (1916) considerava fundamental a escola assegurar aos alunos exercícios que os fizessem pensar verdadeiramente, práticas essas que deveriam simular acontecimentos externos a escola, que na visão desse autor, obrigam os alunos a pensarem para resolvê-las. Com relação a Piaget, SCARPA & CAMPOS (2018), relatam que esse valoriza o saber preliminar dos estudantes durante o ensino de um conteúdo, que o conhecimento construído é fruto da experiência externa, sendo essa trazida a classe para concepção de novos saberes, ou seja, o conhecimento é o resultado da interação entre o estudante e os objetos e fenômenos, sendo assim resultado da relação entre o externo e o interno. Escritores como NOVAK (1988); GIL-PÉREZ et al (1999) e CARVALHO (2013) reconhecem o importante papel das experiências prévias dos alunos nas atividades de sala de aula, de modo a possibilitar que os alunos exercitem seu raciocínio, atraindo desta maneira sua atenção, seu interesse tornando-os personagens ativos em seu aprendizado. No trabalho de SCARPA & CAMPOS (2018), esses autores além de valorizarem as experiências dos discentes como fator importante para a aquisição de seus conhecimentos, também valorizam as interações dos estudantes entre si e desses com os objetos de conhecimento.

Aulas estruturadas na exposição excessiva de conteúdos pelos docentes, causam desinteresse nos alunos que acabam se dispersando, contribuindo para o desinteresse, baixo rendimento escolar e indisciplina, porque torna o estudante um receptor passivo de toda aquela informação transmitida durante todo o tempo programado para aula pelo professor, conforme é relatado por SCARPA & CAMPOS, 2018, p. 26:.

Aulas expositivas não possibilitam que os estudantes assumam conduta ativa na estruturação de seus saberes, porque desconsideram as concepções prévias, não deixam que os estudantes interajam entre eles, com os conteúdos abordados e nem com seus regentes de sala.

Buscando propiciar um ensino mais atrativo ao aluno, que privilegie seu papel ativo na construção do conhecimento, vários pesquisadores na área da educação tem abordado o ensino por investigação e em especial o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), como uma ferramenta pedagógica a ser aplicada em salas de aula para aproximar o ensino da escola ao modo de fazer ciências em laboratório, tornando assim o ensino mais atrativo e significativo ao aluno.

Em um de seus trabalhos, MUNFORD & LIMA (2007), defendem o EnCI, pelo fato do mesmo ser uma alternativa as aulas de ciências consideradas tradicionais, comuns e desmotivadoras, onde os alunos se prestam apenas a ouvir e anotar as explicações que seus professores realizarão durante uma aula.

Na concepção de MUNFORD & LIMA, 2007, p. 90, o EnCI se justifica pelo fato de que:

O ensino de ciências têm se realizado por meio de proposições científicas apresentadas nas formas de definições, leis e princípios tomados como verdades de fato, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real. Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades de se realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado é que os estudantes não aprendem conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas sobre as ciências como empreendimento cultural e social.

Nas palavras dos autores acima referidos, o ensino de ciências por investigação é praticamente um consenso no que diz respeito à inovação na educação em alguns países da América do Norte e Europa, mas no Brasil esse tipo de metodologia de ensino é ainda pouco discutida e por consequência menos prestigiada, mas vêm ganhando um atenção maior tanto da parte dos professores quanto dos pesquisadores.

Segundo DEBOER (2006) o EnCI busca propiciar um aprendizado de ciências por meio de atividades que apresentam características de investigações científicas autênticas, nas quais os estudantes possam manipular diretamente materiais e se engajar intelectualmente.

Durante suas argumentações, MUNFORD & LIMA (2007) abordam claramente vários pontos importantes do EnCI, onde chamam a atenção para o fato de que as ciências dos cientistas da qual o EnCI busca se aproximar, possuem diferenças daquela realizada nas escolas e alertam para o perigo de uma banalização e caricaturização do trabalho científico nas salas de aulas ao se tentar tal aproximação .

As diferenças, conforme MUNFORD & LIMA, 2007, p. 92-94, são encontradas em vários pontos:

(1) nos próprios conteúdos estudados, onde nas instituições de ensino básico o foco é a confirmação dos conhecimentos produzidos pelos cientistas e nas academias e laboratórios o objetivo é a produção de um novo conhecimento. (2) nas escolas ocorre uma representação das práticas científicas e nas instituições destinadas às pesquisas ocorrem as práticas reais. (3) abordagem dos conceitos de forma não contextualizada nas escolas e a forma contextualizada como os cientistas trabalham em seu dia a dia. Na educação básica o ensino está direcionado no raciocínio guiado por leis, com o manuseio de símbolos na resolução de uma problemática bem definida, o que acarreta por partes dos estudantes um aprendizado engessado, onde os conceitos passados parecem imutáveis. Já na ciência dos cientistas, os pensamentos são sustentados por modelos, onde diferentes situações são levadas em consideração para a resolução dos problemas, obtendo como produto final uma compreensão de todo o contexto. Um exemplo citado pelos autores que sustentam essas afirmações é a compreensão da seleção natural, proposta por Darwin, que seria impossível se desvinculada da investigação efetuada pelo mesmo. (4) nos espaços onde ocorrem as práticas dos cientistas e as práticas de ciências nas escolas. Para a prática dos cientistas, os mesmos possuem tecnologia e equipamentos de ponta, instalações adequadas para o desenvolvimento de seus trabalhos, bibliotecas com material literário adequado e uma mão de obra de qualidade e especializada que apresenta domínio dos assuntos que investigam e das teorias que suportam as pesquisas. Nas escolas os docentes trabalham com estudantes com pouco conhecimento teórico sobre os assuntos que serão abordados e contam com uma infraestrutura precária para trabalhar atividades investigativas.

Uma importante observação de MUNFORD & LIMA (2007), com relação às atividades investigativas, está na citação que fazem sobre, DRIVER et al (2009), que deixam claro que aprender ciências implica na participação de algumas práticas dos cientistas.

Nesse sentido, DRIVER et al., 2009, p. 36 fazem a seguinte observação sobre o aprendizado de ciências:

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento.

As atividades investigativas apresentam uma organização onde o professor poderá trabalhar etapas da investigação científica como, por exemplo, a delimitação de problemas, elaboração de hipóteses, coleta e interpretação de dados. Nas palavras de MELVILLE et al, (2008, p.478.) o EnCI “encontra-se estruturado em estratégias que visam a elaboração de questões e problemas, onde a investigação é pré-requisito para poder resolvê-los”. Para PEDASTE et al (2015), o EnCI está estruturado em fases de investigação que são: questionamento, proposição de hipóteses, coleta e análise de dados, comparação das hipóteses com os resultados obtidos, elaboração de conclusões e a comunicação reflexão dos resultados encontrados. A utilização de metodologias investigativas no ensino de ciências permite aos alunos aprenderem sobre ciências e como fazer ciências (HODSON, 2014), o que é chamado de alfabetização científica (SASSERON & CARVALHO, 2011). O ensino por investigação conforme (KANG & KEINONEM, 2018) têm sido a ferramenta didática mais empregada atualmente para se alcançar a alfabetização científica dos aprendizes.

Segundo SASSERON & CARVALHO, 2011, p. 75-76, a alfabetização científica encontra-se estruturada nos seguintes eixos:

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

Na compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundadores, SASSERON & CARVALHO (2011) dizem que ocorre a construção pelos alunos de conhecimentos científicos necessários, para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia. Já na compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, os referidos autores comentam que a ciências é um corpo de conhecimento em constantes transformações através da aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que produzem os saberes. No

entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia sociedade e meio ambiente, eles esclarecem a necessidades dos estudantes em entender a aplicabilidade dos conhecimentos levantados pelos cientistas, em decorrência das atitudes originadas pelos seus usos.

Segundo SCARPA & CAMPOS (2018) as pessoas alfabetizadas cientificamente: entendem o que é, o que não é ciência, como o raciocínio e as justificativas científicas são produzidas e de que maneira essa contribui com a cultura e é influenciada por ela.

O professor possui um papel importante na condução dos alunos durante uma atividade investigativa, orientando os mesmos para que as respostas de cada uma das etapas propostas não sejam dadas ou facilitadas, possibilitando aos discentes exercitarem habilidades nos campos do raciocínio crítico e argumentação, respeitando as individualidades de cada aluno e da turma como um todo. Nas palavras de BANCHI & BELL (2008), os professores devem conduzir os trabalhos por meio de um direcionamento que pode conceder variados níveis de autonomia e responsabilidade aos alunos. Segundo MUNFORD & LIMA (2007), esse direcionamento deve adequar esse estilo de ensino aos objetivos de aprendizagem e às características da turma.

Sobre as atividades investigativas, SCARPA & CARDOSO, 2017, p. 2708, tem o seguinte entendimento:

Enxergam os alunos não como agentes passivos que estão sentados nas salas de aula com o único objetivo de receber os conteúdos trabalhos nas aulas, mas sim como atores protagonistas na construção de seus saberes. O papel dos alunos em aulas investigativas é, portanto diferente do executado em aulas onde o conhecimento é todo dado pelo professor.

Ao contrario do que muitos pensam atividades investigativas não obrigatoriamente devem possuir uma metodologia de aula prática, ou seja, de aulas executadas em laboratório envolvendo experimentação. Atividades de cunho investigativo para CARVALHO (2013) podem ser compreendidas como uma aula, ou uma sequência, que envolve conteúdos de ciências específicos, em que as atividades são desenvolvidas com o objetivo de possibilitar aos estudantes, uma construção de conhecimento, a partir de concepções prévias, formular hipóteses, podendo debatê-las com o professor e seus colegas de classe, mudando do senso comum para o científico. Como toda atividade pedagógica, o tempo é um fator ao mesmo tempo limitante e orientador para as atividades investigativas, limitante porque não permite uma abordagem mais longa do assunto devido aos prazos para cumprimento do planejamento e do tempo destinado a aula, orientador porque guia o foco do docente, fazendo com que a atividade seja mais objetiva, diminuindo as chances de desmotivação e desinteresse que os

estudantes possam ter na atividade e faz com que a mesma caiba dentro do tempo que o regente de turma tem para trabalhar conforme o regimento escolar. MONTEIRO & TEIXEIRA (2004) relata dentre os fatores desafiadores ao desenvolvimento das AIs (Atividades Investigativas) está o tempo destinado ao planejamentos dessas atividades.

Para que o EnCI possa ser utilizado em sala de aula, nas palavras de SCARPA & CAMPOS (2018), o mesmo deve ser instrumentalizado, e uma das formas é através do ciclo investigativo (fig.1), composto por fases, que sevem ser identificadas e conectadas, no intuito de orientar o regente de sala no planejamento e execução de atividades investigativas. As etapas do ciclo investigativo conforme de SCARPA & CAMPOS (2018), são: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e a discussão. Essas fases ou etapas estão ilustradas na figura 1.

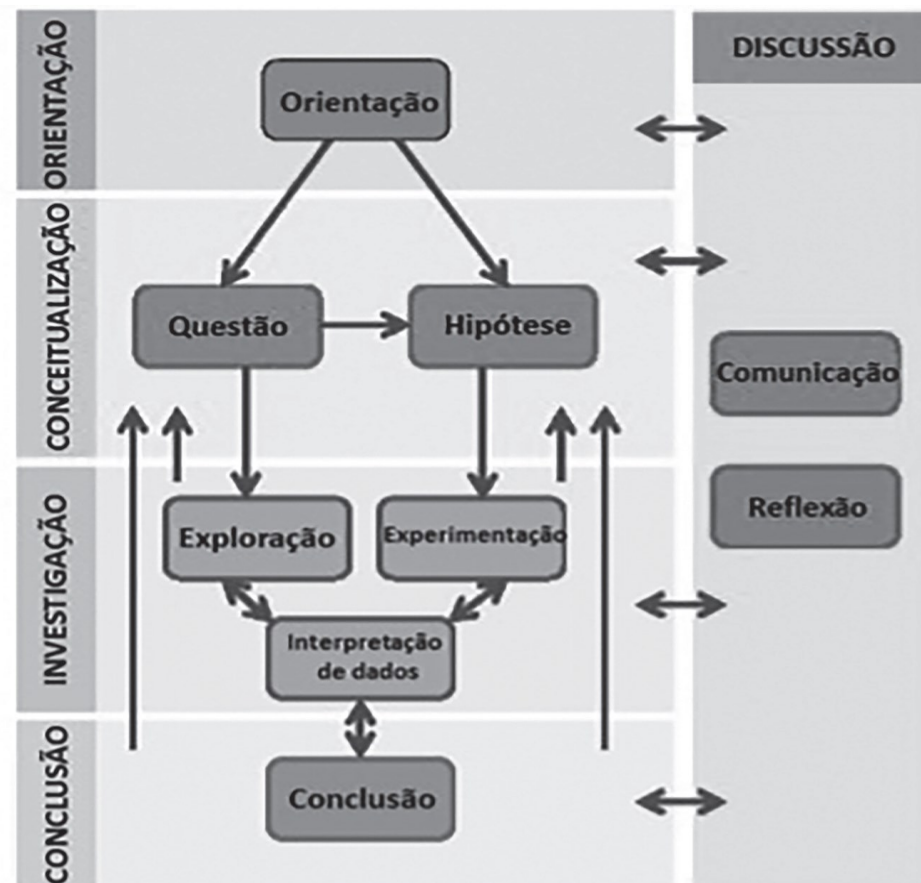


Figura 1 - Esquema do ciclo investigativo, proposto por PEDASTE ET AL, 2015 APUD SCARPA & CAMPOS 2018.

A orientação consiste em “estimular a curiosidade dos estudantes sobre o tema, através da elaboração ou levantamento de problemas que possam ser investigados na aula” (SCARPA & CAMPOS, 2018, p.30).

A conceitualização é onde “os problemas propostos podem ser atacados através da investigação, orientada por conceitos, teorias ou hipóteses”. (SCARPA & CAMPOS, 2018, p.30)

A investigação, na visão de SCARPA & CAMPOS, 2018, p. 30, compreende a:

Coleta de dados e informações através dos mais diversos meios. Essa etapa é composta da exploração, experimentação e interpretação dos dados. A experimentação é relacionada ao teste de hipóteses. A exploração possibilita a utilização de diversas estratégias com o objetivo de coletar, organizar e sistematizar os dados obtidos.

“A interpretação dos dados utiliza os conceitos mobilizados para explicar os dados e novos conhecimentos produzidos. Para isso é necessário a organização dos dados em tabelas e a elaboração de gráficos”. (SCARPA & CAMPOS, 2018, p. 31)

A conclusão é, no entender de SCARPA & CAMPOS, 2018, p. 31, a fase:

Onde se espera do educando a construção de explicações, afirmações e posicionamentos que respondam as questões investigadas, podendo ocorrer à comparação dos resultados encontrados com as hipóteses formuladas. Nesta última etapa encontramos também os argumentos finais que amarram as evidências, os conhecimentos prévios e científicos e as explicações.

O esquema abaixo (fig.2) ilustra como as evidências fornecem bases para a construção das conclusões, explicações e elaboração de posicionamentos, a partir da escolha de dados relevantes, e essas evidências sustentam as justificativas de um estudo.

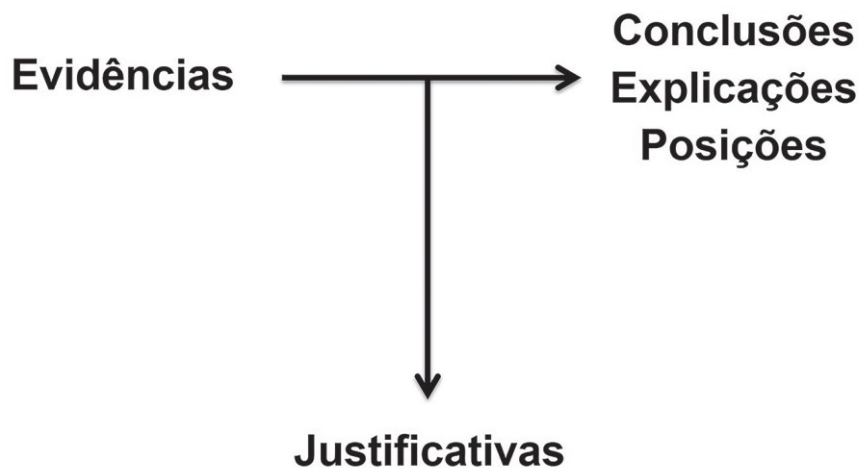


Figura 2 – Esquema das evidências elaborado por SCARPA & CAMPOS, 2018.

“A discussão é a composta pela apresentação e a comunicação dos resultados obtidos em uma das etapas ou no todo do processo investigativo, além da reflexão” (SCARPA & CAMPOS, 2018, p.32).



A reflexão, segundo SCARPA & CAMPOS, 2018, p. 32, possibilita:

A avaliação, a crítica e a comprovação dos procedimentos, ações e conhecimentos construídos durante o processo investigativo, como também a oportunidade dos alunos criarem novas situações onde esses conhecimentos poderão ser utilizados, originando assim um novo ciclo de investigação..

## 2 JUSTIFICATIVA

Considerando os aspectos abordados na introdução, a saber: (1) a legislação vigente referente à educação básica, em especial a EJA e no ensino da educação ambiental; (2) no papel dos microrganismos unicelulares e pluricelulares em especial os aquáticos na despoluição do meio ambiente; (3) no ensino por investigação como estratégia estimuladora a aprendizagem dos estudantes, por valorizar no estudante o papel ativo na construção do conhecimento, contrapondo a conduta passiva de apenas ouvir e anotar as explicações possibilitadas pelo modelo tradicional de educação, que causa o desinteresse, a indisciplina e por consequência o baixo rendimento escolar, por aproximar o ensino das escolas ao modo de fazer ciências nos laboratórios e por possibilitar o engajamento intelectual e a manipulação direta dos materiais pelos discentes durante seus estudos, ao propor atividades com características de investigações científicas autênticas (4) nas especificidades da EJA com relação ao seu público que não concluiu os estudos na idade e tempo adequados pelos mais diversos motivos, apresentando assim turmas heterogêneas, comprovado pelos diferentes perfis de alunos que a ela frequentam semestralmente e pelo dever do poder público em estimular a permanência dos discentes considerando seus interesses e características contrapondo a forma superficial e corrida como os conteúdos são hoje trabalhados nessa modalidade de ensino (5) na pouca disponibilidade de materiais didáticos a serem trabalhados em sala de aula com a EJA, que aproximem os alunos dos trabalhos e conhecimentos produzidos cientificamente sobre o papel despoluidor dos organismos microscópicos formados por uma ou diversas células na água, a realização deste trabalho é importante para a criação de ferramentas didáticas que demonstrem aos alunos da Educação de Jovens e Adultos a importância do estudo desses seres vivos e do seu papel biológico durante sua vida escolar nas aulas de biologia e ciências, tornando significativo o que está sendo abordado nas aulas e divulgado pela comunidade científica nos mais diversos meios de comunicação.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo geral**

Elaboração de atividades didáticas com características investigativas, com foco na educação ambiental e no papel despoluidor dos microrganismos unicelulares e pluricelulares aquáticos, para o ensino de ciências e biologia em especial a modalidade EJA no ensino médio.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Construir uma sequência didática a partir das atividades desenvolvidas para o estudo da ação dos microrganismos na despoluição de ambientes aquáticos, que possa ser aplicada em ciências (ensino fundamental) e biologia (ensino médio) nas turmas regulares e EJA;
- Aplicar atividades de cunho investigativo sobre a despoluição aquática que utilizem a diluição como ponte facilitadora ao seu estudo e que tratem da limpeza natural das águas mediada pelos seres vivos microscópicos unicelulares e pluricelulares nas turmas da Educação de Jovens e Adultos do ensino médio;
- Entender o funcionamento de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e o papel nela exercido pelos microrganismos através de atividades investigativas/participativas;
- Estimular nos estudantes o senso crítico, a discussão e argumentação sobre o importante papel que os microrganismos aquáticos unicelulares e pluricelulares executam na despoluição do meio aquático e na preservação ambiental.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi iniciado com o levantamento da literatura no portal da CAPES através do minha UFMG (<https://sistemas.ufmg.br/idp/login.jsp>), sobre ação dos microrganismos na despoluição de efluentes e de textos sobre o ensino por investigação. Nas buscas foram utilizados termos como, despoluição mediada por microrganismos, ensino por investigação, atividades investigativas e tratamento biológico dos efluentes. Pesquisas a respeito da legislação sobre educação ambiental no ensino básico, da lei de diretrizes e bases da educação a respeito da modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos) no ensino médio, do PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) para o ensino médio com foco na parte de “Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias” foram realizadas utilizando como ferramenta de busca o GOOGLE (<https://www.google.com.br/>). Foi realizada a análise do livro texto “Coleção Viver e Aprender” disponível na escola para ser utilizado na EJA/ Ensino Médio.

As atividades aplicadas nas turmas da EJA foram aplicadas à medida que a pesquisa se desenvolvia. Para a elaboração destas, pesquisas em sites educacionais como portal do professor do MEC, domínio público e objetos educacionais do MEC; em livros didáticos e em sites de periódicos, portal CAPES, por meio do minha UFMG, foram realizadas como forma de fundamentação.

A escola campo está localizada na região leste da capital mineira, onde são ofertadas as modalidades de ensino regular e EJA, nos turnos da manhã, tarde e noite. Turno da manhã: ensino médio regular. Turno da tarde: o ensino fundamental II regular. Turno noite: ensino fundamental II e médio, nas modalidades regular e EJA.

As turmas que participaram da pesquisa foram duas do primeiro ano ensino médio EJA no primeiro semestre de 2018 e duas do segundo ano do ensino médio EJA no segundo semestre desse mesmo ano letivo.. Essas turmas do segundo ano médio são originadas daquelas do primeiro ano. Por questões de ética e menor constrangimento, essas estarão identificadas como turma A (uma turma de primeiro ano e a turma de segundo ano a qual deu origem) e turma B ( a segunda turma de primeiro ano e a turma de segundo ano resultante dessa ). Esse agrupamento ocorreu porque a EJA é semestral e os alunos das turmas do primeiro ano médio foram remanejados para as turmas do segundo ano médio, com exceção de alguns que se transferiram para as turmas regulares da mesma escola, para outra escola e daqueles que chegaram no segundo semestre ou abandonaram os estudos.

Anterior ao desenvolvimento deste projeto ocorreu à entrega dos Termos de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) (apêndice F) e de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (apêndice G) aos discentes, e concomitante explicação. Aos alunos, após a explicação, foi solicitada a assinatura desses documentos exigidos pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), como um dos requisitos para aprovação do trabalho.

O parecer de aprovação (anexo A) pode ser consultado no site da Plataforma Brasil (<http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>) pelo número do parecer (3.293.104) e do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) (08047119.5.0000.5149).

O trabalho se desenvolveu da seguinte forma: elaboração e utilização do questionário pré-atividade 1 (apêndice A); construção e aplicação da atividade prática 1 (apêndice B);, solicitação e realização pelos discentes de uma pesquisa sobre o funcionamento de uma ETE (apêndice C); preparação e execução da atividade prática 2; com a participação dos alunos em sua elaboração com produção de um relatório (apêndice D); e a idealização e aplicação do questionário pós- atividade prática 2 (apêndice E).

O primeiro momento se caracterizou pela elaboração do questionário pré-atividade 1 (apêndice A) composto por nove questões discursivas. Foi utilizado nas turmas A e B no primeiro semestre de 2018, no mesmo dia, primeiro na turma A e logo em seguida na turma B, possuindo os alunos 45 minutos para responder. Seu objetivo foi o de verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o processo de despoluição natural das águas.

No segundo momento houve a construção e aplicação da atividade prática 1 “Modelo experimental para trabalhar o processo de depuração natural dos poluentes em corpos d’água utilizando a diluição”(apêndice B) adaptada do exercício intitulado “ Despoluição dos lagos: modelagem matemática através de experimento prático – Modelo de Despoluição – Matemática na prática” voltado para o ensino de logaritmos, funções exponenciais e progressões geométricas em matemática no ensino médio. Essa primeira atividade configura-se em um modelo experimental que utiliza a diluição no estudo com viés investigativo da despoluição natural aquática em biologia na EJA. A aplicação nas turmas A e B ocorreu nos mesmos dias, mas em horários alternados, primeiro na turma A e depois na B, uma vez por semana, com duração de três horas aula de 45 minutos, sendo desenvolvida no laboratório de ciências da escola e em sala de aula.

No terceiro momento ocorreu a solicitação e realização de uma pesquisa sobre o funcionamento de uma ETE (apêndice C). Os alunos entregaram as mesmas em folha separada, tendo como prazo de entrega duas semanas.

Na quarta etapa sucedeu a preparação e execução da atividade prática 2 “Despoluição natural das águas” nos moldes investigativos, que trate da despoluição natural das águas, no laboratório de ciências da escola, uma vez por semana, cujo tempo disponível era de 45 minutos, primeiro com a turma B e depois com a turma A, com duração aproximada de dois meses. Ao final foi cobrado dos alunos um relatório, conforme apêndice (D). Nessas turmas a atividade ocorreu nos mesmos dias.

Na quinta e última etapa, foi idealizado com nove questões discursivas e aplicado o questionário pós-atividade prática 2 (apêndice E) no segundo semestre de 2018 logo após o término da atividade prática 2, primeiramente na turma B e depois na turma A no mesmo dia, tendo os alunos 45 minutos para responder. Este tinha o propósito de averiguar o ganho e a retenção de conhecimento pelos alunos ao longo do estudo do processo de despoluição natural das águas, assim como a defasagem de entendimento persistente.

Os dados obtidos nos questionários 1 e 2 encontram-se analisados qualitativa e quantitativamente por meio de cálculos matemáticos de porcentagem e expostos na forma de gráficos construídos utilizando o programa Microsoft Excel 2010. Esses foram utilizados como ferramenta para avaliar a eficácia das atividades realizadas pelos estudantes. As informações adquiridas nas atividades práticas 1 e 2 e na pesquisa sobre a ETE encontram-se examinadas qualitativamente.

Foi pensada uma visita técnica a uma ETE com os alunos para ser a etapa de fechamento dos trabalhos executados pelos e com os mesmos, cujo intuito era o de vivenciarem seu funcionamento e a aplicação dos organismos microscópicos na limpeza dos efluentes aquáticos que nela chegam.

Como produto das atividades desenvolvidas, foi elaborada uma sequência didática para o estudo da ação despoluidora dos microrganismos aquáticos unicelulares e pluricelulares nas disciplinas de ciências e biologia da EJA.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Questionário pré-atividade prática 1

O questionário pré-atividade 1 (apêndice A) foi elaborado objetivando-se realizar um levantamento prévio dos conhecimentos dos alunos sobre a poluição das águas, dos poluentes, sobre os processos de despoluição da água, da despoluição natural, do papel dos microrganismos nesse processo, do reuso da água e de medidas que os seres humanos podem adotar para evitar a poluição das águas. Esse questionário norteou a elaboração das atividades práticas 1 e 2 e o roteiro da pesquisa sobre uma ETE realizada pelos estudantes. Este questionário foi à primeira atividade aplicada nas turmas A e B, onde 45 alunos o responderam.

As perguntas e seus objetivos encontram-se descritos na tabela 1:

Tabela 1 – Pré-teste: questionário com perguntas feitas aos alunos, acompanhado dos objetivos pretendidos com cada uma delas:

|   | PERGUNTA   | OBJETIVO   |
|---|--|--|
| 1 | Para você o que é poluição das águas?  | Observar o que os alunos entendem por poluição das águas.  |
| 2 | No seu entendimento o que são poluentes? Escreva dois exemplos.                  | Verificar se os alunos apresentam conhecimentos sobre poluentes e seus exemplos.   |
| 3 | No seu entendimento como as águas podem ser poluídas?                            | Apurar o que os participantes sabem sobre as formas como as águas podem ser contaminadas com poluentes.                    |
| 4 | O que ocorre com os poluentes durante a despoluição natural das águas?           | Investigar se os estudantes possuem conhecimento sobre o que acontece com os poluentes no processo natural de despoluição. |
| 5 | A água uma vez poluída pode um dia voltar a ser utilizada para o consumo humano? | Analisar se os alunos possuem o conhecimento de que uma água poluída, pode um dia ser consumida novamente pelo ser humano. |
| 6 | O que você entende por despoluição das águas?                                    | Verificar se os estudantes entendem o que é despoluição das águas.   |

continua...1

continuação...

| PERGUNTA |   | OBJETIVO  |
|----------|---|---|
| 7        | Na natureza para você, como ocorre a despoluição das águas?                       | Averiguar se os participantes sabem como ocorre a despoluição natural da água, ou seja, se eles associam esse fenômeno com a ação dos microrganismos existentes nela e na natureza. |
| 8        | Quais atitudes podem ser tomadas pela população para evitar a poluição das águas? | Investigar se os alunos conhecem as atitudes que podem ser tomadas pela população para evitar que as águas sejam poluídas.  |
| 9        | A despoluição das águas é apenas natural ou pode ser realizada pelo ser humano?   | Analisar se os alunos enxergam o processo de despoluição das águas como apenas natural ou pode sofrer ação antrópica.   |

## 5.2 Questionário pós-atividade prática 2

O questionário pós-atividade prática 2 (apêndice E) foi aplicado as turmas A e B após a segunda atividade prática, com o intuito de verificar os avanços alcançados no decorrer dos estudos, a consolidação de conceitos e possíveis defasagens persistentes com relação a poluição das águas, as suas substâncias poluidoras, as formas de se poluir as águas, as transformações sofridas pelos poluentes na despoluição natural, a reutilização de águas poluídas, ao entendimento do processo de despoluição, a forma como a despoluição natural das águas ocorre, as atitudes humanas para evitar a poluição dos corpos d'água e quais são os agentes envolvidos na retirada das substâncias poluentes das águas.

Este questionário, em conjunto com o primeiro, foi utilizado para avaliar a eficiência das atividades desenvolvidas ao longo do estudo, sendo a última atividade aplicada àqueles que participaram do projeto, com 33 alunos o respondendo.

Na tabela 2 estão descritas as perguntas e seus respectivos objetivos.

Tabela 2 – Pós-teste: questionário com perguntas feitas aos alunos, acompanhado dos objetivos pretendidos com cada uma delas:

| PERGUNTA |  | OBJETIVO   |
|----------|--|--|
| 1        | De acordo com seus conhecimentos o que significa poluição das águas? | Confirmar os conhecimentos sobre poluição das águas. |
| 2        | Para você o que são substâncias poluidoras das águas?                | Constatar o que entendem por substâncias poluidoras. |

continua...



continuação...

| PERGUNTA |  | OBJETIVO  |
|----------|--|---|
| 3        | Em sua opinião quais são as formas de se poluir as águas?  | Verificar o entendimento sobre as maneiras de se poluir as águas.   |
| 4        | Durante o processo de despoluição natural das águas, o que acontece com as substâncias que as poluem?  | Certificar a compreensão sobre o que ocorre com os poluentes na despoluição natural.  |
| 5        | Uma vez poluída, a água poderá apresentar futuramente condições de ser consumida novamente pelos humanos?  | Apurar se os alunos assimilaram que a água ao passar pelo processo de despoluição natural ou sob o efeito da ação humana, apresentará condições de reuso. |
| 6        | Quando você lê ou escuta a expressão “despoluição das águas”, qual é o seu entendimento?   | Averiguar o que os alunos assimilaram sobre a despoluição das águas.  |
| 7        | No meio ambiente, como as águas são naturalmente despoluídas?  | Verificar a compreensão sobre o processo de despoluição natural das águas.  |
| 8        | Como os seres humanos podem evitar que as águas do nosso planeta sejam poluídas?   | Confirmar a percepção dos estudantes a respeito das atitudes para impedir a poluição das águas da Terra.  |
| 9        | A retirada das substâncias poluidoras das águas ocorre: apenas de forma natural, apenas através da ação humana, ou de forma natural em conjunto com a ação humana? | Detectar a assimilação dos discentes sobre a forma como as substâncias poluidoras são removidas da água.  |

### 5.3 Análise quali-quantitativa dos questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2

Os questionários pré-atividade prática 1 e pós-atividade prática 2 aplicados as turmas A e B obtiveram como universo amostral 45 alunos para o primeiro e 33 alunos para o segundo questionário. Para esses universos amostrais foram criadas duas categorias, com exceção da questão 9, a categoria adequado, que engloba os alunos cujas respostas atenderam aos objetivos de cada questão, e a categoria não adequado, que contém aqueles cujas respostas não atingiram aos objetivos das questões, ou não foram entendidas ou que não responderam.

Os resultados das respostas de cada questão encontram-se organizados quantitativamente em nove gráficos comparativos, uma vez que as perguntas de mesmo número em ambos os questionários tinham os mesmos objetivos, sendo formuladas com diferentes palavras, para evitar ao máximo que os alunos se lembrassem das perguntas do

primeiro questionário, e conseqüentemente uma indução de resposta. Os gráficos encontram-se a seguir.

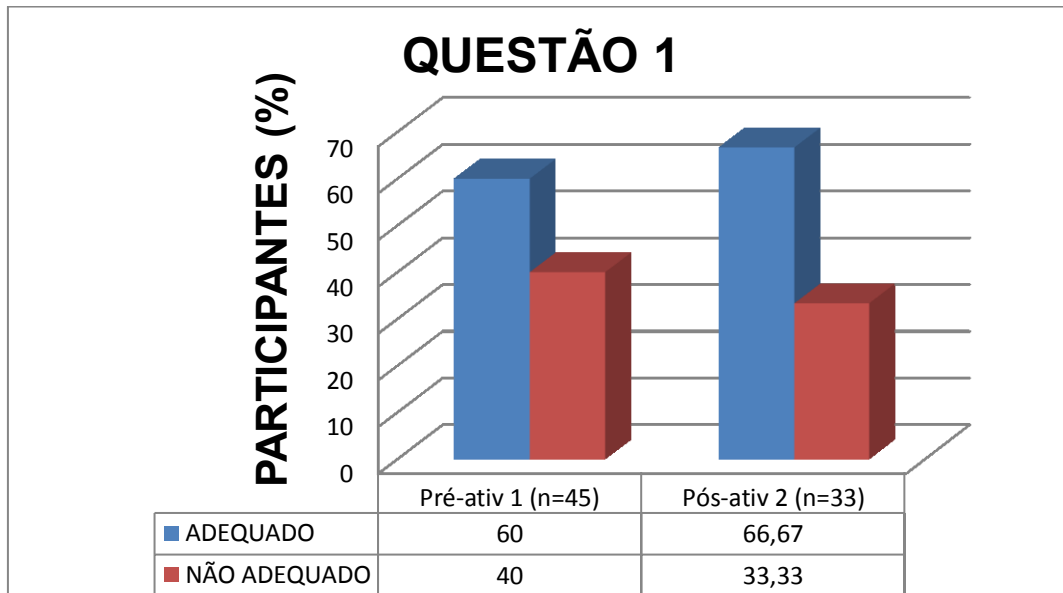


Figura 3: Gráfico comparativo, questão número 1 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

Para a questão 1 (fig.3) (Para você o que é poluição das águas?) no questionário pré-atividade prática 1, 60% (27 estudantes) dos alunos encontram-se na categoria adequado e 40% (18 estudantes) pertencem à categoria não adequado.

Já no questionário pós-atividade prática 2, para essa mesma questão (o que significa poluição das águas?), 66,67% (22 estudantes) dos participantes pertencem a categoria adequado e 33,33% (11 estudantes) enquadraram-se na categoria não adequado.

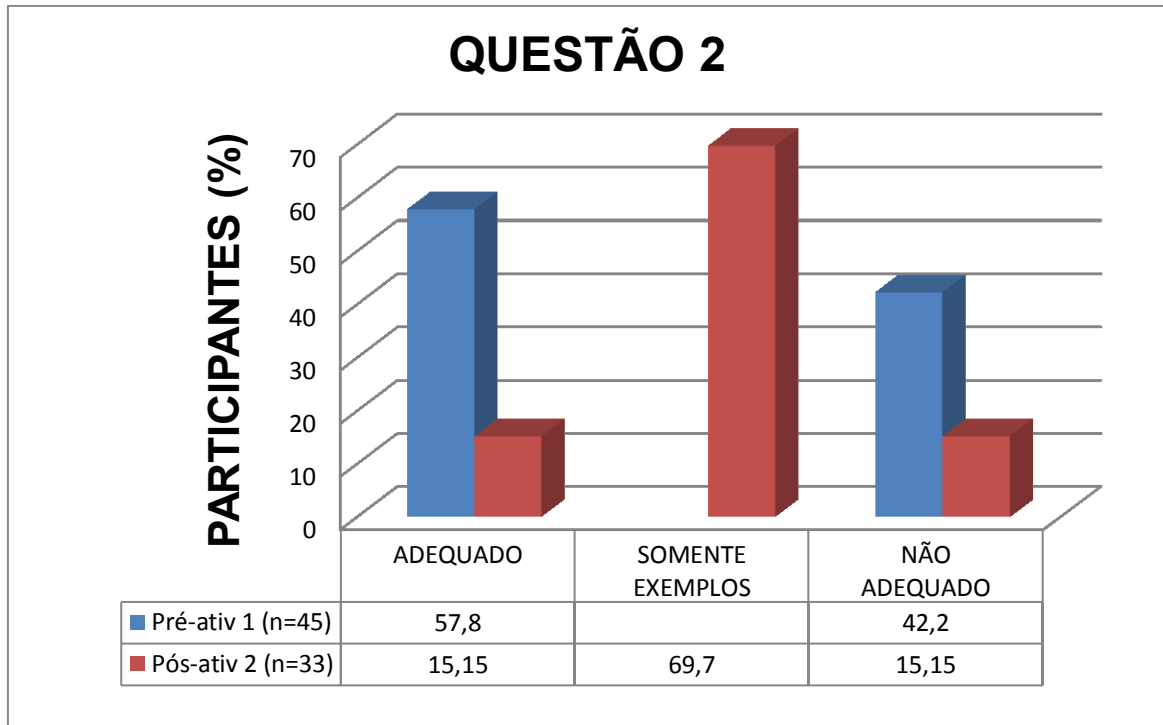


Figura 4: Gráfico comparativo, questão número 2 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

Com relação à questão 2 (fig.4) ( O que são poluentes? Cite dois exemplos.) no questionário pré-atividade prática 1, 57,8% (26 estudantes) dos discentes pertencem ao grupo adequado e 42,2% (19 estudantes) foram colocados no não adequado .

No questionário pós-atividade prática 2, para a mesma pergunta (Para você o que são substâncias poluidoras das águas? Escreva dois exemplos.); 15,15% (5 estudantes) dos alunos encontram-se na categoria adequado; 67,9% (23 estudantes) não responderam a pergunta, citando apenas os dois exemplos solicitados e 15,15% (5 estudantes) foram colocados na categoria não adequado.

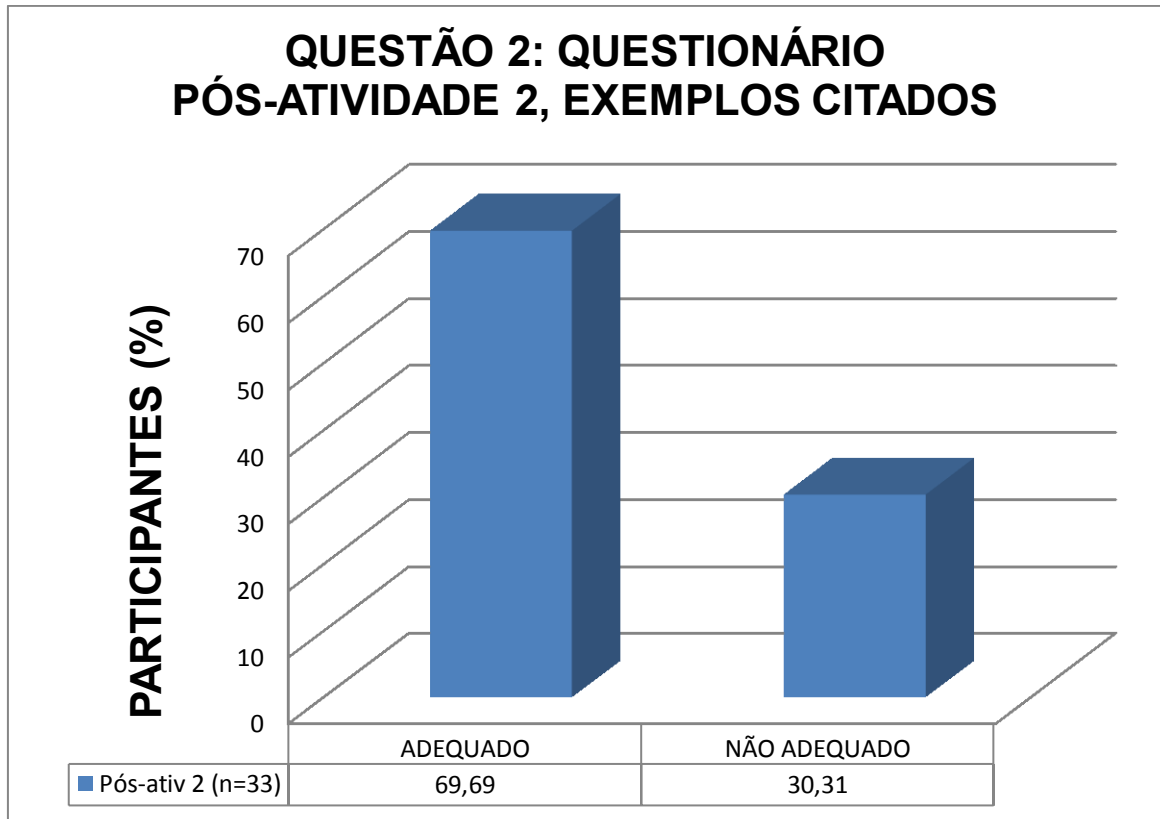


Figura 5: Gráfico dos exemplos citados pelos alunos na questão número 2 do questionário pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

Na questão 2 (fig.5) do questionário pós-atividade prática 2, para os exemplos citados, 69,69% (23 estudantes) dos alunos estão no grupo adequado e 30,31% (10 alunos) foram colocados no grupo não adequado. Nessa situação a categoria adequado foi utilizada para englobar todos os alunos que escreveram corretamente os dois exemplos solicitados e a não adequado para agrupar todos aqueles que citaram um exemplo certo e um errado, os dois exemplos errados, que não responderam e aqueles cuja resposta não foi compreendida.

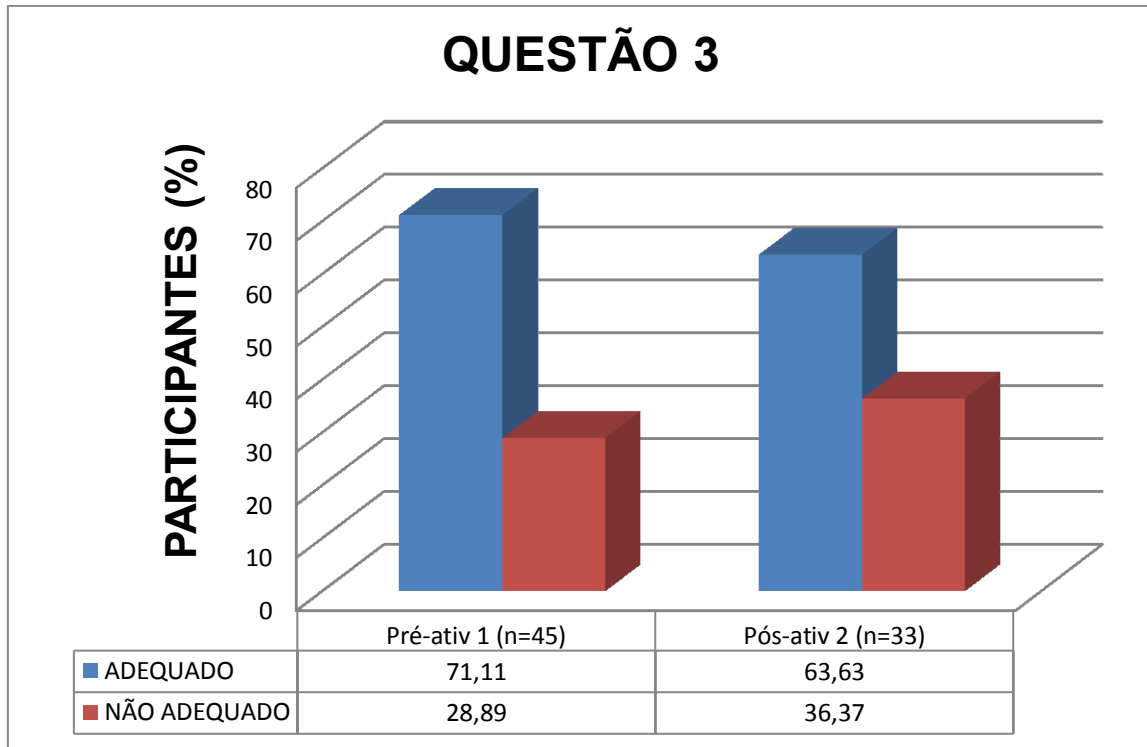


Figura 6: Gráfico comparativo, questão número 3 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

A questão 3 (fig.6) (No seu entendimento como as águas podem ser poluídas?) do questionário pré-atividade prática 1 , apresenta 71,11% (32 estudantes) dos participantes incluídos no grupo adequado e 28,89% (13 estudantes) enquadrados na categoria não adequado.

No questionário pós-atividade prática 2, essa mesma questão (Em sua opinião quais são as formas de se poluir as águas?), 63,63% (21 estudantes) dos discentes estão incluídos na classe adequado e 36,37% (12 estudantes) no grupo não adequado.

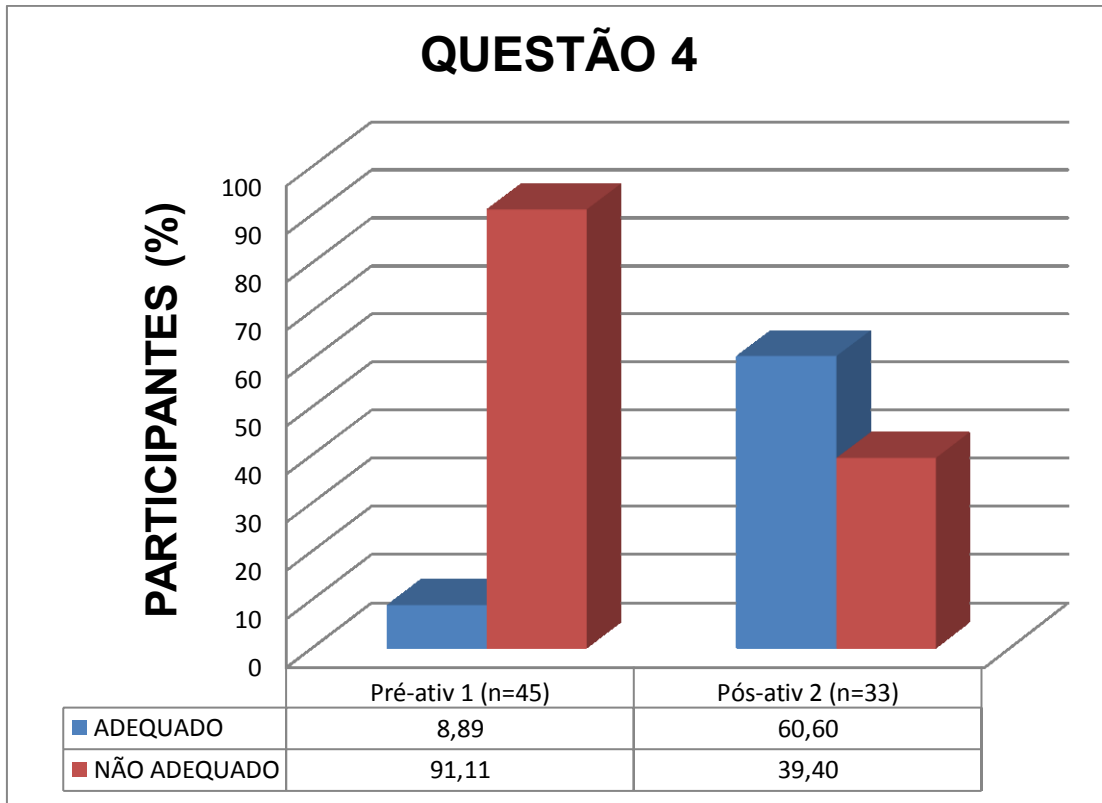


Figura 7: Gráfico comparativo, questão número 4 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

A questão 4 (fig.7) ( O que ocorre com os poluentes durante a despoluição natural das águas?) no questionário pré-atividade prática 1, apresenta 8,89 % (4 estudantes) dos alunos dentro do nível adequado e 91,11% (41 estudantes) no nível não adequado.

Para essa mesma questão (Durante o processo de despoluição natural das águas, o que acontece com as substâncias que as poluem?) no questionário pós-atividade prática 2, 60,60 % (20 estudantes) dos alunos pertencem a categoria adequado e 39,40 % (13 estudantes) encontra-se no grupo não adequado.

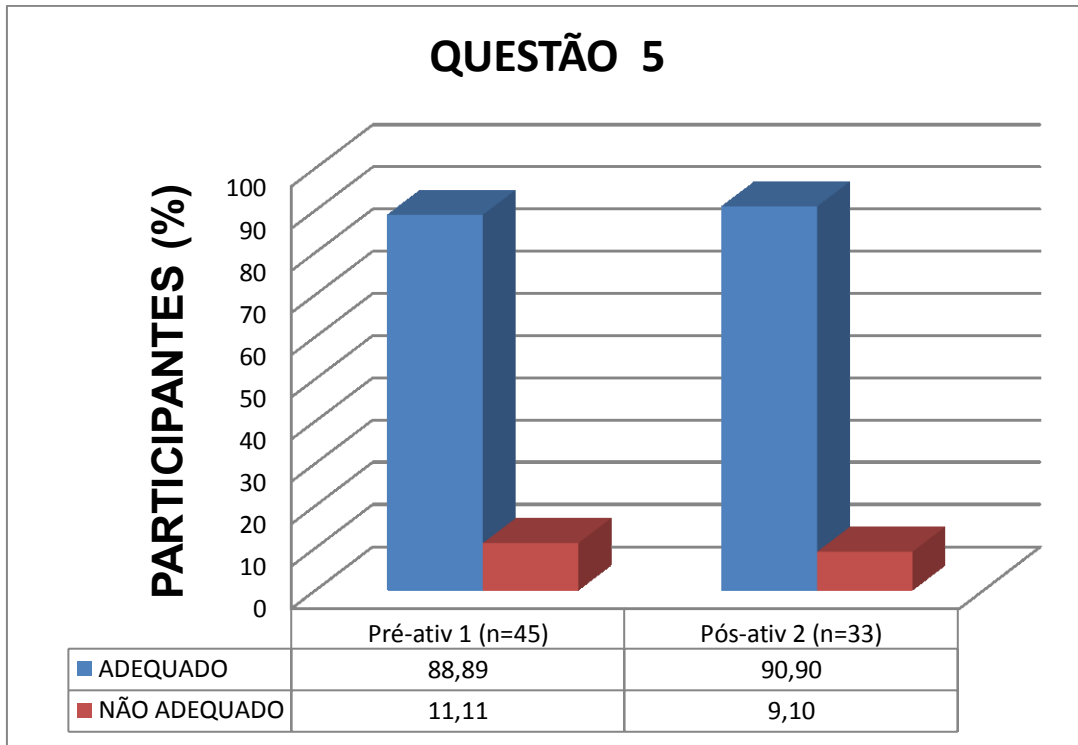


Figura 8: Gráfico comparativo, questão número 5 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

Na questão 5 (fig.8) (A água uma vez poluída, pode um dia voltar a ser utilizada para o consumo humano?) do questionário pré-atividade prática 1, 88,89% (40 estudantes) dos participantes encontram-se na classe adequado e 11,11% (5 estudantes) enquadram-se na categoria não adequado.

Para a mesma questão 5 (fig.8) (Uma vez poluída, a água poderá apresentar futuramente condições de ser consumida novamente pelos humanos?) no questionário pós-atividade prática 2, 90,90% (30 estudantes) dos discentes pertencem ao grupo adequado e 9,10% (3 estudantes) estão dentro da classe não adequado.

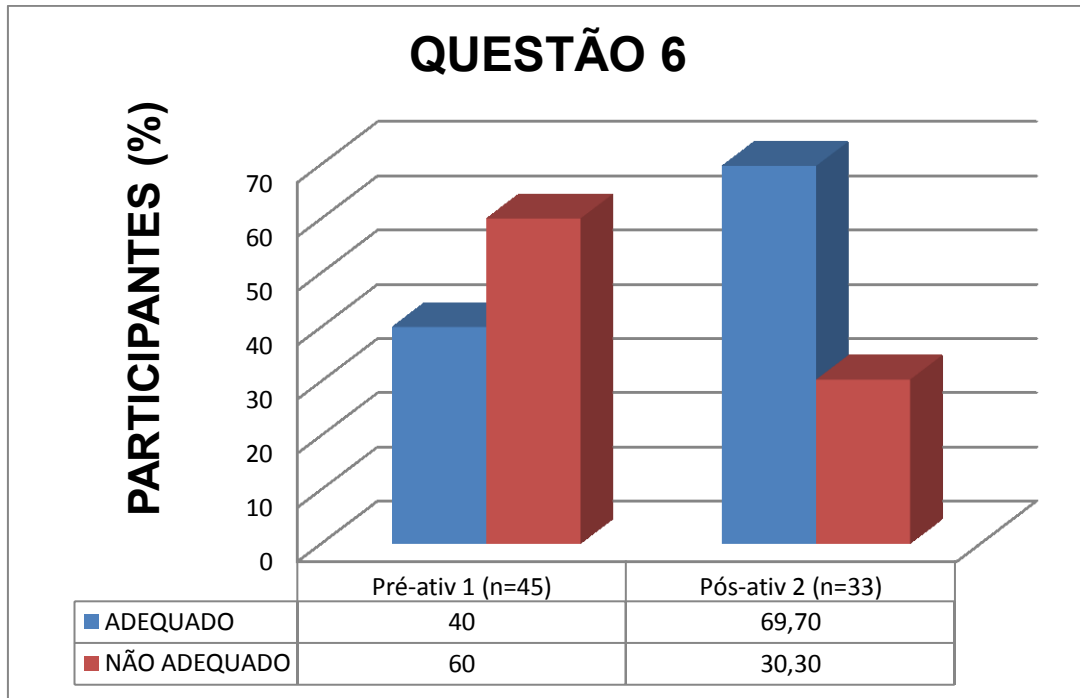


Figura 9: Gráfico comparativo, questão número 6 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

A questão 6 (fig.9) (O que você entende por despoluição das águas) no questionário pré-atividade prática 1, apresenta 40% (18 estudantes) dos alunos enquadrados na categoria adequado e 60% (27 estudantes) no grupo não adequado.

No questionário pós-atividade prática 2, nessa mesma questão 6 (fig.9) (Quando você lê ou escuta a expressão “despoluição das águas”, qual é o seu entendimento?), 69,70% (23 estudantes) dos participantes estão no nível adequado e 30,30% (10 estudantes) no nível não adequado.



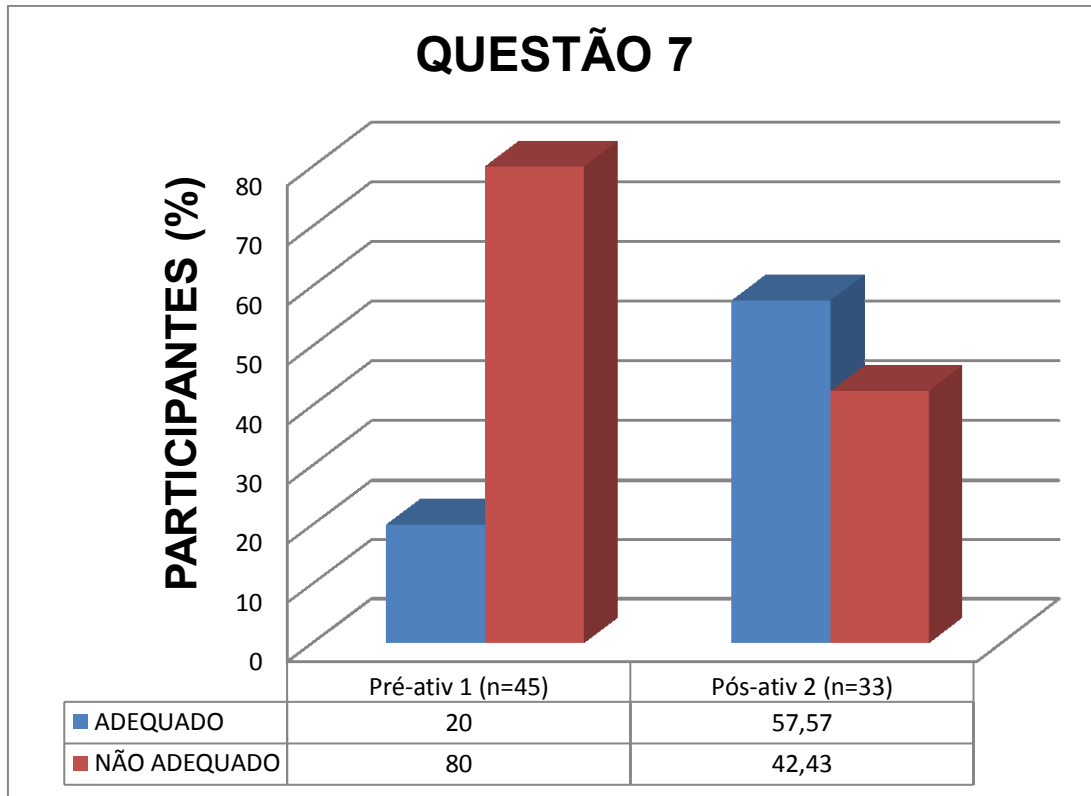


Figura 10: Gráfico comparativo, questão número 7 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

No questionário pré-atividade prática 1, a questão 7 (fig.10) (Na natureza para você, como ocorre à despoluição natural das águas?), apresenta 20% (9 estudantes) dos discentes na categoria adequado e 80% (36 estudantes) no grupo não adequado.

Já no questionário pós-atividade prática 2, a questão 7 (fig.10) (No meio ambiente, como as águas são naturalmente despoluídas?) possui 57,57% (19 estudantes) dos participantes no grupo adequado e 42,43% (14 estudantes) no nível não adequado.

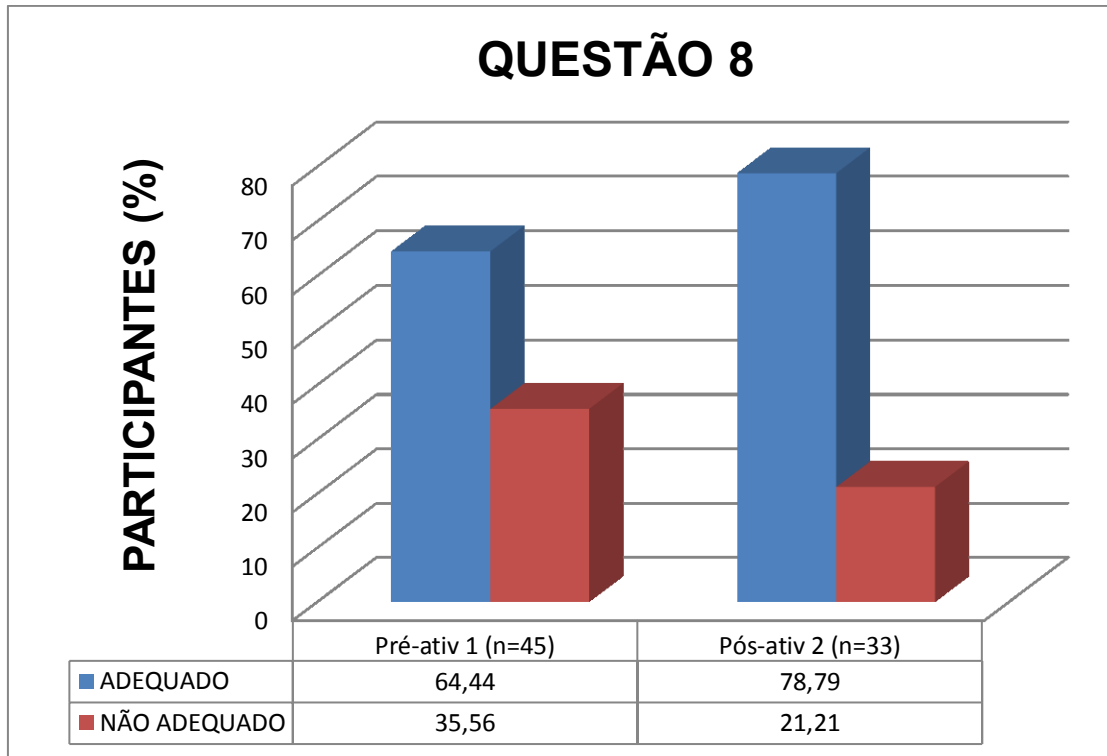


Figura 11: Gráfico comparativo, questão número 8 dos questionários pré- atividade prática 1 e pós-atividade prática 2.

LEGENDA:

- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

Para a questão 8 (fig.11) (Quais atitudes podem ser tomadas pela população para evitar a poluição das águas?), no questionário pré-atividade prática 1, 64,44% (29 estudantes) dos alunos pertencem ao grupo adequado e 35,56% (16 estudantes) ao não adequado.

O questionário pós-atividade prática 2, em sua questão 8(fig.11) (Como os seres humanos podem evitar que as águas do nosso planeta sejam poluídas?) contêm 78,79% (26 estudantes) dos participantes na categoria adequado e 21,21% (7 estudantes) no grupo não adequado.

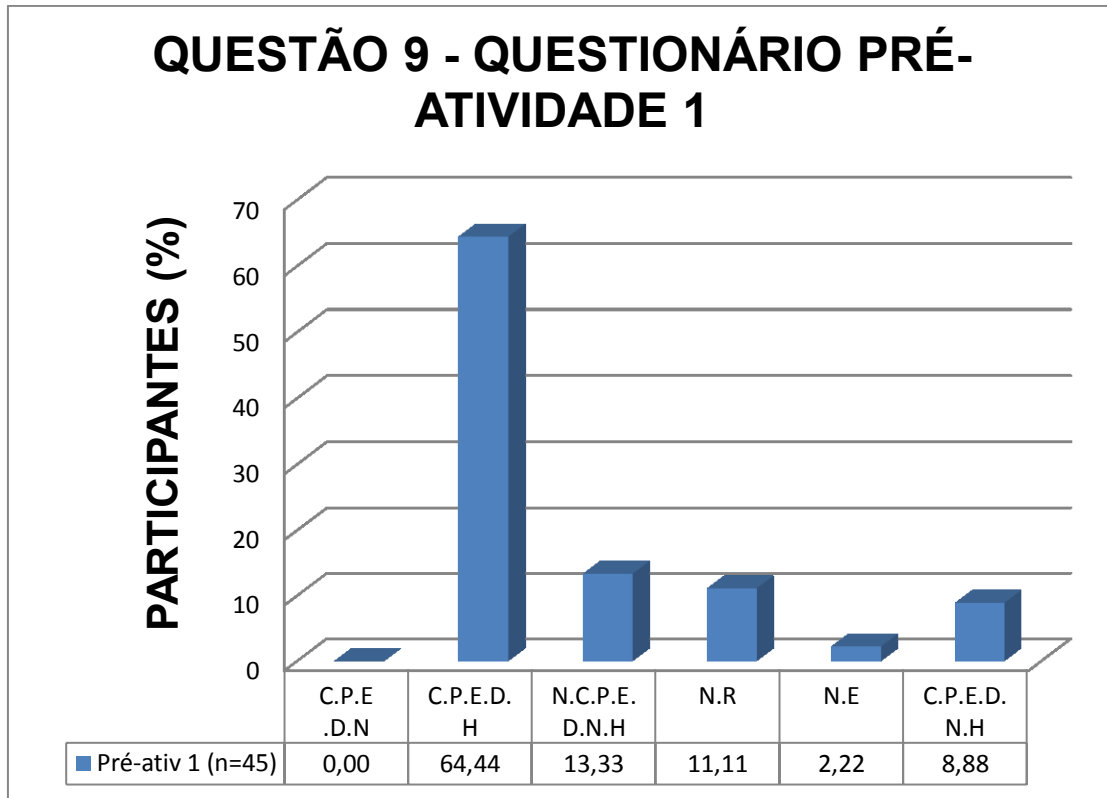


Figura 12: Gráfico questão número 9 do questionário pré- atividade prática 1.

LEGENDA:

- C.P.E.D.N = COMPREENDEM A DESPOLUIÇÃO COMO NATURAL.
- C.P.E.D.H = COMPREENDEM A DESPOLUIÇÃO COMO PROCESSO REALIZADO PELO SER HUMANO.
- C.P.E.D.N.H = COMPREENDEM A DESPOLUIÇÃO COMO PROCESSO NATURAL OU REALIZADO PELO SER HUMANO.
- N.R = NÃO RESPONDEU.
- N.E = NÃO ENTENDI A RESPOSTA.
- Pré-ativ 1 = QUESTIONÁRIO PRÉ-ATIVIDADE PRÁTICA 1.

Na questão 9 (fig.12) (A despoluição das águas é apenas natural ou pode ser realizada pelo ser humano?) do questionário pré-atividade prática 1, 64,44% (29 estudantes) dos discentes responderam que a despoluição é um processo realizado pelo ser humano, 13,33% (6 estudantes) em suas respostas o processo não é natural e nem realizado pelo ser humano, 11,11% (5 estudantes) não responderam a pergunta, 8,89% (4 estudantes) reconhece que a despoluição é um processo natural e 2,22% (1 aluno) respondeu mas sua respostas estava ilegível.

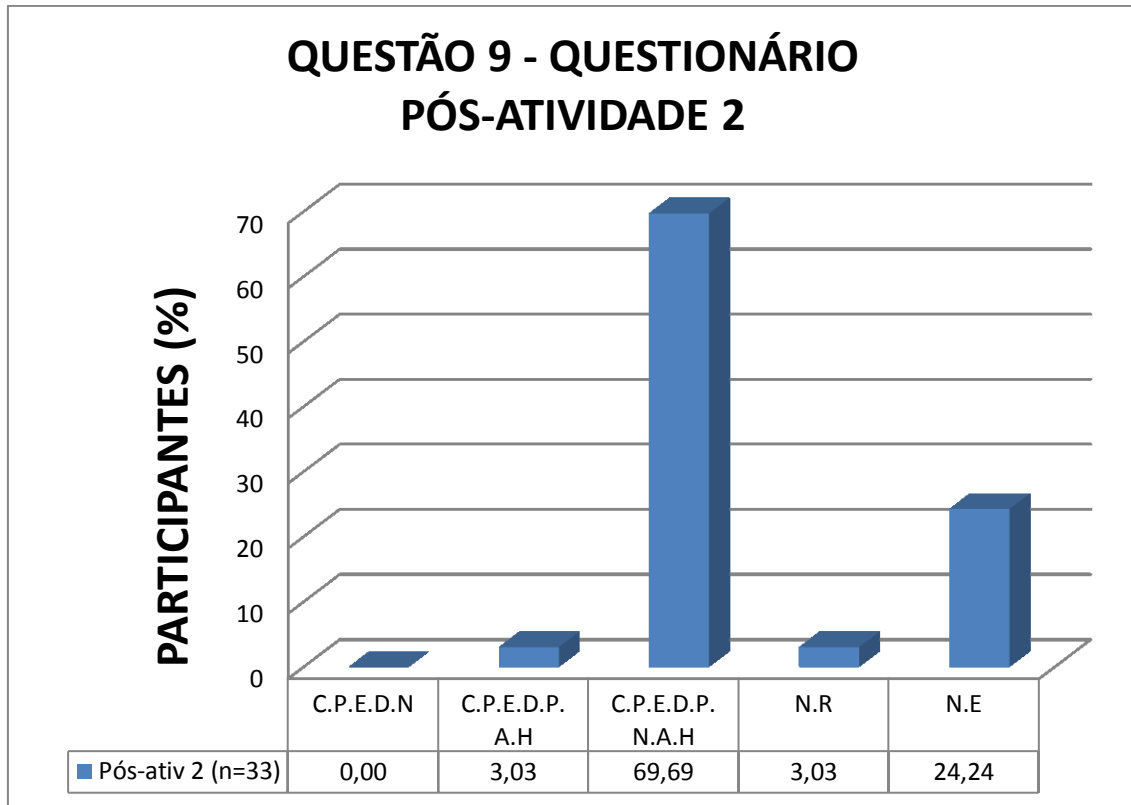


Figura 13: Gráfico questão número 9 do questionário pós- atividade prática 2.

**LEGENDA:**

- C.P.E.D.N = COMPREENDEM A DESPOLUIÇÃO COMO NATURAL.
- C.P.E.D.P.A.H = COMPREENDEM A DESPOLUIÇÃO COMO PROCESSO DA AÇÃO HUMANA.
- C.P.E.D.P.N.A.H = COMPREENDEM A DESPOLUIÇÃO COMO PROCESSO NATURAL EM CONJUNTO COM COMA AÇÃO HUMANA.
- N.R = NÃO RESPONDEU.
- N.E = NÃO ENTENDI A RESPOSTA.
- Pós-ativ 2 = QUESTIONÁRIO PÓS-ATIVIDADE PRÁTICA 2.

O questionário pós-atividade prática 2, na questão 9 (fig.13) (A retirada das substâncias poluidoras das águas ocorre: apenas de forma natural, apenas através da ação humana, ou de forma natural em conjunto com a ação humana?) obteve 3,33% (1 estudante) respondendo que a retirada das substâncias poluidoras é um processo realizado pela ação humana, 69,69% (23 estudantes) que essa retirada ocorre de forma natural em conjunto coma ação humana, 3,03% (1 estudante) deixando de responder e 24,24% (8 estudantes) respondendo de forma ilegível, não podendo ser compreendido as respostas.

## 5.4 Atividade prática 1

### 5.4.1 Histórico

A atividade prática 1 intitulada: “Modelo experimental para trabalhar o processo de depuração natural dos poluentes em corpos d’ água utilizando a diluição”, foi aplicada a duas turmas do primeiro ano EJA, na disciplina biologia, identificadas como turmas A e B, da Escola Estadual Paulo das Graças da Silva, localizada na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

A prática 1 é uma adaptação do trabalho denominado “Despoluição de lagos: modelagem matemática através de um experimento prático – Modelo de Despoluição – Matemática prática” (apêndice A), de autoria do professor Paulo Antônio Silvani Caetano (Universidade Federal de São Carlos) em Coautoria com os professores Marlusa Benedetti da Rosa, Pedro Malagutti e Victor Giraldo, disponível pra acesso no portal do professor, no seguinte endereço: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=21436>. Essa atividade segundo os professores proponentes é voltada ao uso da modelagem matemática para os estudos de conteúdos como progressões geométricas, logaritmos e funções exponenciais, sendo a mesma aplicada e desenvolvida em um curso de especialização em Matemática, inserida no plano de ações articuladas do MEC, pertinente ao primeiro módulo do curso matemática na prática. O público alvo são alunos do ensino médio. Essa atividade encontra-se estruturada como uma sequência didática dividida nas seguintes partes: 1 – “Motivação para o experimento: a poluição no mundo atual”; 2 – “Simulando um lago em processo de despoluição” e 3 – “Revedo os resultados e socializando o conhecimento”.

Na primeira parte deve ocorrer um debate entre professor e alunos a cerca da despoluição dos ambientes naturais, havendo uma conversa entre os estudantes sobre os aspectos ambientais envolvidos, devendo o professor deixar claro aos discentes que na natureza a despoluição envolve a participação de microrganismos como algas e bactérias.

A segunda parte orienta para a realização do experimento que simula o processo de despoluição natural. Antes da execução da simulação, o docente deve separar a turma em grupos e pedir que cada grupo traga para a escola materiais como garrafas pet, copo plástico, balde, café preparado, água e colher, objetos considerados pelos proponentes como de fácil aquisição. Os autores alertam para que a prática seja feita antes de ser levada a sala de aula e caso necessário adaptações devem ser realizadas adequando o exercício a realidade da escola.

A terceira parte ocorre logo após a realização da simulação e nessa deve ser feita a correção das respostas dadas por cada grupo em cada uma das sete questões presentes no roteiro do experimento, assumindo o professor um papel de mediador, alertando e orientando sobre quaisquer equívocos que tenham parecido nas respostas compartilhadas pelos grupos. Por fim os autores e coautores fazem sugestões sobre diferentes formas de avaliação a serem adotadas e fazem ressalvas sobre as interpretações que possam ocorrer sobre os erros cometidos pelos estudantes ao responderem o roteiro.

#### **5.4.2 Descrição da atividade**

A prática 1 (apêndice B) encontra-se dividida em quatro momentos que foram desenvolvidos ao longo de três aulas de 45 minutos cada, em ambas as turmas envolvidas no estudo. As duas primeiras etapas ocorreram no “laboratório” de ciências e as duas últimas em sala de aula. Um roteiro foi fornecido a cada estudante no início e ao final 46 foram devolvidos, compondo-se de 26 da turma A e 20 da turma B. Os mesmos encontram-se no apêndice (G).

No primeiro momento ocorreu uma explicação prévia do exercício e respectivo roteiro onde os objetivos pretendidos foram relatados e discutidos com os estudantes, os materiais necessários à realização da atividade apresentados e a leitura da seguinte pergunta aos discentes realizada, para que em seguida formulassem uma hipótese: a quantidade de poluentes na garrafa que representa a lagoa sofrerá alguma alteração?

No segundo momento os escolares sugeriram hipóteses para a pergunta do primeiro momento antes da realização do experimento, montagem e execução do mesmo, observação, coleta de dados e preenchimento dos itens de 1 a 4 do roteiro, conforme apêndice (B).

Nos momentos três e quatro, os alunos calcularam, usando uma fórmula existente no roteiro (apêndice B), a quantidade de poluentes que sobravam no vasilhame que simulou o lago poluído após substituição por água filtrada, e de posse desses dados e das anotações realizadas no segundo momento da atividade, preencheram uma tabela e construíram uma conclusão existentes no apêndice (B).

### 5.4.3 Resultados qualitativos

As respostas presentes nos roteiro foram agrupadas em duas categorias: adequada e não adequada. Na categoria adequada, encontram-se as respostas que consideramos atender ao comando da questão corretamente e na outra categoria, estão às respostas que não atenderam ao comando corretamente segundo nossa análise ou que ficaram sem resposta. Os exemplos utilizados como representação amostral das respostas, encontram-se transcritos preservando ao máximo a escrita original dos participantes.

Na questão 1 que solicita aos alunos proporem hipóteses, consideramos adequadas as hipóteses que consideraram alteração na quantidade de poluentes ou coloração do líquido, e que não consideraram tais mudanças. Com relação a não entender corretamente ao comando, foram consideradas aquelas que não faziam menção a alteração de coloração ou na quantidade de poluentes e as que não foram respondidas. Para a turma A apresentamos os seguintes exemplos de respostas classificadas como adequadas: “Sim eu acho que a garrafa terá alteração”; “Sim, haverá alteração”; “Sim. Vai sofrer alteração o líquido da garrafa”; “Eu acho que avara mudanças”; “Sim talvez averá alteração”; “Eu acho que sim, o conteúdo vai sofrer alteração sim”; “Sim Eu acho que sofrerá alteração” e “Sim. O conteúdo da garrafa sofrerá mudanças”. Para essa turma, nenhuma resposta apresentada foi classificada como não adequada. Com relação à turma B, são considerados como exemplos adequados: “Sim. Eu acho que sofrerá alterações. Porque irá reduzir a quantidade de poluentes”; “Sim, acho que vai sofrer alterações”; “Na minha opinião, não. Eu acho que a quantidade é grande de poluentes”; “Eu acho que haverá alteração (sim)”; “O conteúdo sofrerá alteração”; “Sim, acho que sofre pequenas alterações” e “Sim. porque ira reduzir a quantidade de poluentes”. Apenas a seguinte resposta foi enquadrada na categoria não adequada: “Sim, foi confirmada”.

A questão 2 cobra dos alunos observações sobre mudanças na tonalidade do experimento. As respostas classificadas como adequadas são aquelas que dizem o que ocorreu corretamente com a coloração e justificam essa mudança. Aquelas que não dizem o que ocorreu corretamente com a coloração, sendo ou não justificada, ou dizem o que ocorreu corretamente a respeito da coloração, mas não foram justificadas ou justificadas de forma incorreta e as não respondidas ou cuja escrita não possibilitou entender a resposta, são consideradas não adequadas. Na turma A apresentamos como exemplos as seguintes respostas consideradas adequadas: “Clareou após tirar 200 ml de água suja e substituiu por água limpa a água ficou menos poluída”; “teve clareamento quando tirava a água suja para a água limpa”; “Ela clariou depois do processo de tratamento de limpeza tirando água suja e colocando água

limpa!"; "Clareando cada vez mais, com o processo tirando água suja e colocando água limpa"; "Depois de 6 substituições clareo. Pois foi tirando conteúdo da garrafa B por água limpa" e "Ocorreu um breve clareamento da substância pois a medida que retirava a substância impura ao completar com reagente puro purificou mais a substância impura". Respostas consideradas como não adequadas: "Eu acho que a tonalidade do líquido da garrafa ao decorrer foi clareando" e uma onde a ortografia não permitiu entender o que estava escrito, figura 24.

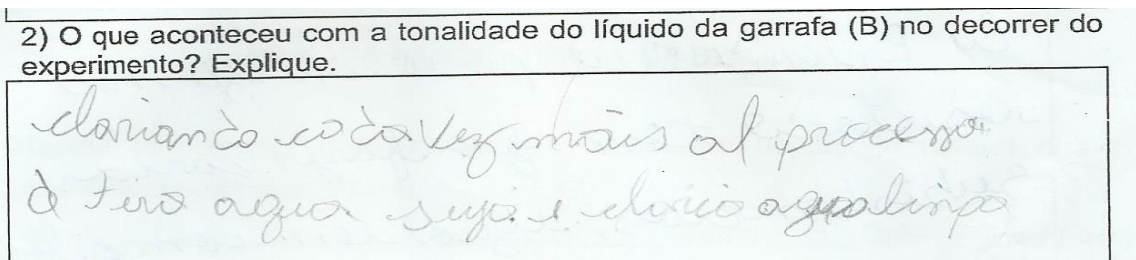


Figura 14 – Imagem da resposta, turma A, questão 2, considerada ilegível.

Na turma B, como exemplos de respostas adequadas citamos as seguintes: "Clareou. Porque foi substituindo a água suja e jogando fora e acrescentando água limpa"; "Clareou, pois colocou água limpa pra retirar a água suja, mas retirou bem pouco o sujo da água"; "Clareou porque jogou água limpa por cima"; "Clareou um pouco, por que foi substituindo a suja pela limpa"; e "Clareou, porque foi substituído a água suja pela limpa. Obs: continua fortemente com a coloração poluída." Para as respostas incluídas na categoria não adequada, citamos os seguintes exemplos: "NÃO SOFREU ALTERAÇÕES NA SUA TONALIDADE, PORQUE AO SUBSTITUIR 200 ML DO POLUENTE POR ÁGUA LIMPA NÃO MUDOU A CONSISTÊNCIA DO LÍQUIDO"; e "Ela ira clareando ao decorrer da despoluição acrescentando mais água ira mudar, não totalmente porém mudar a tonalidade. também clariou porque ira a toxina suja com água clara". Abaixo segue a imagem (fig.15) de um exemplo não entendido por nós devido à escrita ruim. Esses exemplos são os únicos casos de respostas consideradas não adequadas.

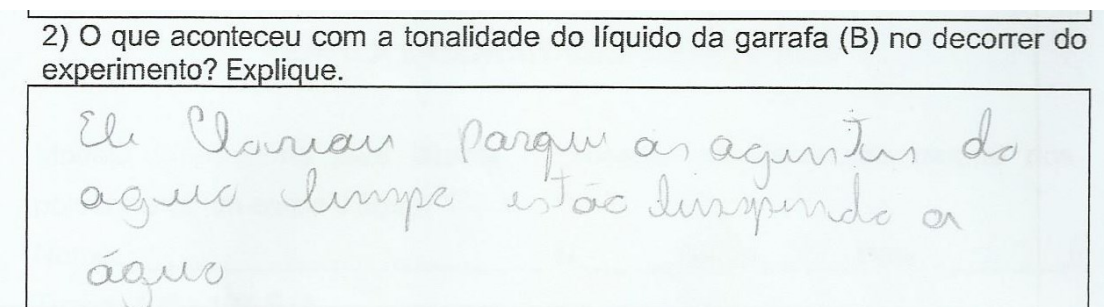


Figura 15 – Imagem da resposta, turma B, questão 2, onde não se entendi o que está escrito.



Na questão 3, foi solicitado aos estudantes que relacionassem o processo de diluição com o de despoluição natural mediado pelos microrganismos aquáticos. As respostas pertencentes à categoria adequada são aquelas onde o aluno relacionou a diluição o processo de despoluição. Aquelas cujas respostas não relacionam diluição com despoluição, as deixadas sem responder e com escrita ilegível, encontram-se agrupadas como não adequadas. Para a turma A, as seguintes respostas exemplificam as classificadas como adequadas: “a relação e que con tempo os microrganismos limpam a agua com o tempo por causa dos microrganismos”; “os microrganismo vai limpar cada vez mais com o tempo ! Atravez do processo de tratamento”; “Colocando água limpa ou água suja, o lago vai ficar limpo pq no lago tem microrganismos”; “O microrganismo vai limpa cada vez mais com o tempo”; “ A agua ficara suja mais com o tempo a agua ficara limpa, por que os microrganismos vão se alimentar da água suja”; “ A relação é que tirando o líquido da B e trocar por água limpa, o microrganismo vai se alimentando da água poluída e assim limpando a água” e “A agua limpa, quando em contato com a suja vai Limpando a agua que estava suja, assim como os microorganismos”. As repostas consideradas não adequadas neste caso superam as adequadas, os seguintes exemplos representam uma amostra das não adequadas: “3º e 4º momento”; “Acho que vai despoluir”; “vai despoluir”; “Eu acho que vai dísoluir”; “Apos algumas troca de líquido a agua foi modificando de cor”; “Eu acho que vai despoluir”; “De despoluição, eu acho”; “Eu acho que vai despoluir a agua do lago”; “despoluindo”; “DESPOLUIÇÃO” e “A despoluição”. Um aluno deixou sua resposta em branco e outro escreveu de forma ilegível e a mesma encontra-se abaixo (fig.16):

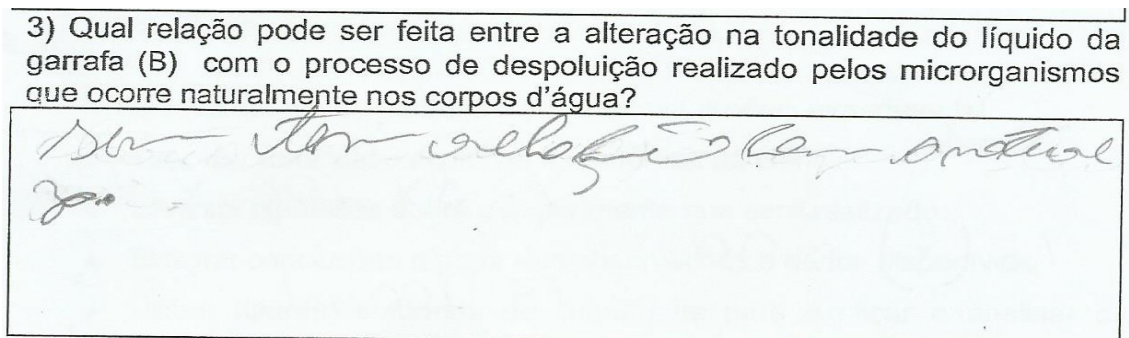


Figura 16 – Imagem da resposta, turma B, questão 3, que se encontra ilegível.

A turma B com relação às respostas adequadas, escolhemos as seguintes como exemplos amostrais: “Sim, eu acho que têm porque houve mudanças de trocas de águas de sujas para limpa, porque os microorganismos se alimentam de pôluentes na água”; “Sim porque o micro organismo se alimenta dos poluentes, diminuindo a quantidade na água”; “Sim, porque nos fizemos uma espécie de drenagem manual (experimento) e na natureza a

drenagem é natural (ação dos micro organismos)”; “NA MINHA OPINIÃO, É UM PROCESSO DEMORADO E COM ALTO GASTO DE ENERGIA DOS MICRORGANISMOS”; “ Acho que sim, porque na natureza são os microorganismos que fazem o papel da água limpa que foi substituída no experimento” e “Sim. Por que os micro organismos ira despoluir pois ira puxando as toxinas para o fundo com á movimentação das águas. pois os micro-organismos também se alimenta dos poluentes. \*Fungos, bactérias protozoarios. algas.” Os tipos que se enquadram em não adequadas são: “Sim para fazer a despoluição”; “Sim processo demorado”; Não porque a água foi trocada”; “Não. Por que na aula a gente Só substituiu a água por outra e na natureza não é assim” e “Acho que alterou no microganismos diminuiu ele na água”. Para essa turma, as respostas adequadas superaram as não adequadas.

Na questão 4 foi cobrados dos alunos informarem se duas hipóteses ao final do experimento haviam sido confirmadas ou negadas. As consideradas adequadas são aquelas cujas respostas respeitaram o comando e as não adequadas àquelas escritas de forma contraria ao que foi solicitado ou deixadas em branco. Na turma A, as pertencentes ao grupo das adequadas são maioria, exemplos de algumas escritas pelos participantes: “Foi confirmada”; “confirmada”; “na experiência foi confirmada” e “ minha hipótese foi confirmada”. Exemplares de respostas enquadradas como não adequadas: “Confirmada ou Negada”; “confirma ou negada”; “A natureza limpa por si só” e as deixadas em branco. Com relação à turma B todas as respostas estão classificadas como adequadas, representadas pelos seguintes exemplos: “Sim – confirmada”; “CONFIRMADA, OBSERVAÇÃO. A AGUA AINDA CONTINUA POLUIDA”; “NEGADA, POR QUE EU TINHA EXPECTATIVA QUE O LÍQUIDO FICASSE TRANSPARENTE”; “Confirmada” e “ Confirmada. Porque a medida que foi fazendo as substituições a água foi limpando”.

Quando solicitado aos alunos de ambas às turmas que preenchessem uma tabela com os valores resultantes do poluente a cada substituição, os resultados encontram-se categorizados como: adequado, quando a tabela foi preenchida na sua totalidade com os valores corretos e não adequado, sempre que a tabela estiver completa, mas com valores errados, incompleta com valores corretos ou incorretos e em branco. Com relação à turma A, a maioria das tabelas pertencem ao grupo adequado e uma minoria a categoria não adequado. A seguir seguem três exemplos , o primeiro (fig.17) refere-se ao adequado e os outros dois ao não adequado (figs. 18 e19).

Tabela:

| Número de trocas de água. | Quantidade de poluição na garrafa (B) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1                         | 200                                   |
| 2                         | 160 mL                                |
| 3                         | 128 mL                                |
| 4                         | 102,4 mL                              |
| 5                         | 81,92 mL                              |
| 6                         | 65,536                                |

Figura 17 – Imagem da tabela, turma A, pertencente à categoria adequado.

Tabela:

| Número de trocas de água. | Quantidade de poluição na garrafa (B) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1                         | 200 mL                                |
| 2                         | 160 mL                                |
| 3                         |                                       |
| 4                         |                                       |
| 5                         |                                       |
| 6                         |                                       |

Figura 18 – Imagem da tabela, turma A, pertencente à categoria não adequado.

Tabela:

| Número de trocas de água. | Quantidade de poluição na garrafa (B) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1                         |                                       |
| 2                         |                                       |
| 3                         |                                       |
| 4                         |                                       |
| 5                         |                                       |
| 6                         |                                       |

Figura 19 – Imagem da tabela, turma A, pertencente à categoria não adequado.

No que diz respeito à turma B, a maior parte das tabelas encontra-se no grupo adequado e uma menor parte no não adequado. Abaixo, encontram-se um exemplo de uma tabela adequada (fig.20) e de uma não adequada (fig.21).

Tabela:

| Número de trocas de água. | Quantidade de poluição na garrafa (B) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1                         | 200 mL                                |
| 2                         | 160 mL                                |
| 3                         | 128 mL                                |
| 4                         | 102,4 mL                              |
| 5                         | 81,92 mL                              |
| 6                         | 65,536 mL                             |

Figura 20 – Imagem da tabela, turma B, avaliada como adequada.

Tabela:

| Número de trocas de água. | Quantidade de poluição na garrafa (B) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1                         |                                       |
| 2                         |                                       |
| 3                         |                                       |
| 4                         |                                       |
| 5                         |                                       |
| 6                         |                                       |

Figura 21 – Imagem da tabela, turma B, avaliada como não adequada.

No roteiro da prática, existia um tópico solicitando que os discentes propusessem formas alternativas de apresentação dos dados da tabela, julgamos como adequada qualquer forma de apresentação que se difere de uma tabela e não adequada quando os dados estavam organizados apenas na tabela fornecida no roteiro de maneira completa ou incompleta e cada vez que a tabela encontrava-se em branco e nenhuma forma alternativa presente. Na turma A, nenhum aluno propôs formas diferentes para apresentar os números, estando todos organizados em tabelas, sendo por isso todos os roteiros classificados como não adequados. Com relação à turma B, a maioria dos roteiros pertencia a categoria adequada (figs.22 e 23) e a minoria como não adequada.

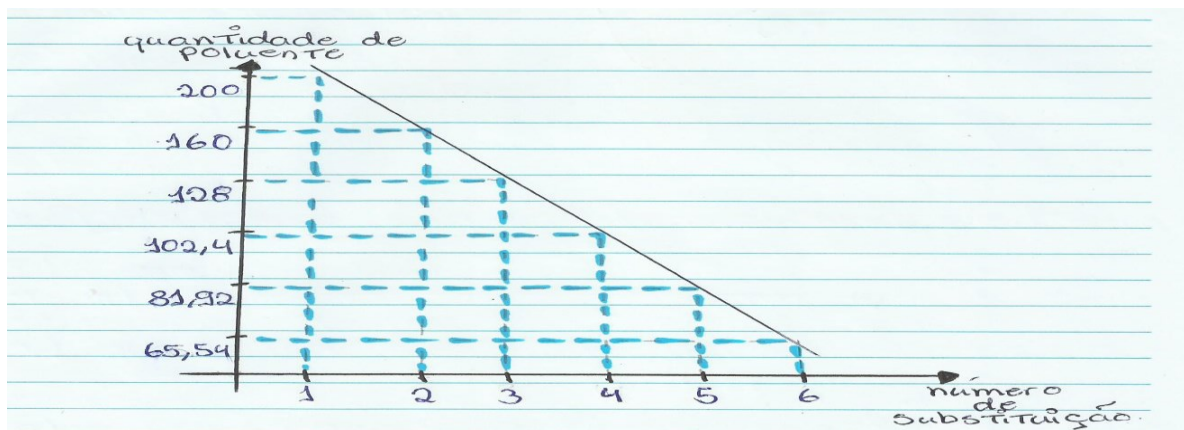


Figura 22 – Imagem de um gráfico, turma B, proposto como forma alternativa para apresentar os dados da tabela.

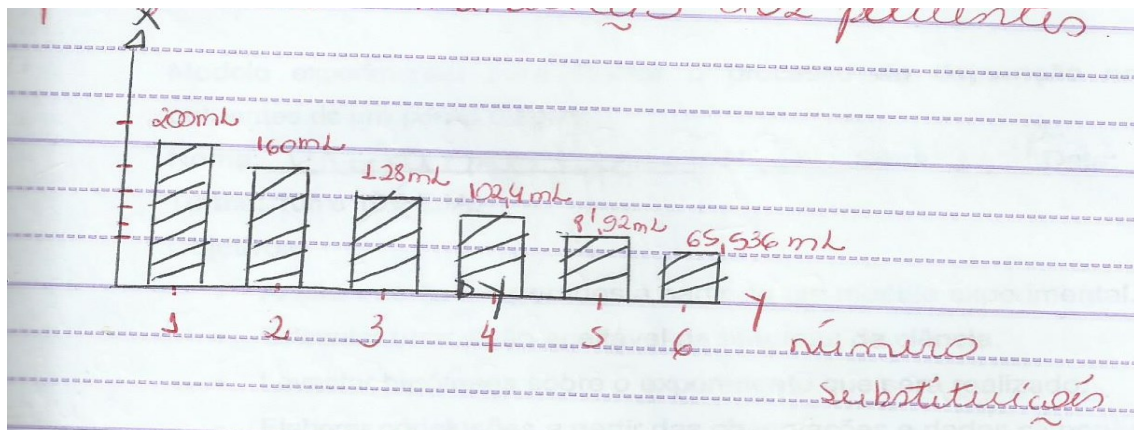


Figura 23 – Imagem de um segundo gráfico, turma B, proposto como forma alternativa para apresentar os dados da tabela.

Na quinta e última questão, os discentes deveriam produzir uma conclusão. As respostas classificadas como adequadas são aquelas cuja conclusão deixa claro que o participante compreende o papel dos microrganismos aquáticos no processo de despoluição, já nas consideradas não adequadas, o discente ainda não consegue associar a redução dos poluentes do meio aquático com os microrganismos nele existentes ou que ficaram em branco ou a escrita é ilegível não possibilitando entender o que foi respondido. Ao analisar as respostas da turma A, verificamos que a maior parte pertence a categoria não adequada e a menor parte a categoria adequada. Como exemplo de respostas não adequadas podemos citar: “a conclusão e que ocorre a limpeza com um tempo”; “ eu entendi que a aula foi boa para o nosso crescimento individual” e “Que é possível despoluir a água”. Para exemplificar as respostas adequadas, citamos como exemplo: “Assim como os microorganismos ajudam na diminuição da poluição, a água limpa ajudou a diminuir a sujeira do lago” e “ a minha conclusão que é possível a despoluição com a ajuda dos micro organismo na natureza eles é muito importante”. A turma B obteve apenas duas respostas consideradas como adequadas e a grande maioria como não adequada. Para exemplificar as respostas não adequadas, citamos: “Que para despoluir um lago teria que ser feito muito desses processo”; “Não vim na aula do dia da explicação, mas o que passou hoje entende que mudando a água suja aos poucos vai diminuindo a sujeira a cada ML trocado aos poucos, como se fosse um tratamento” e “Concluo que a medida que vai tirando o poluente da garrafa, e colocando a água limpa, o poluente vai clareando aos poucos.” Como exemplos das conclusões adequadas disponibilizamos: “que com os tempos os micro-organismos vão desaparecendo, pois os peixes vão se alimentando. Junto com os micro-organismos vão se alimentando ou seja os poluentes junto com as bactérias, as algas e os protozoários vão se decompondo com o

tempo” e “ Eu conclui que os microorganismos são essenciais para o planeta, eles ajudam a despoluir o ambiente deles tornando o ambiente mais limpo e habitável”.

### 5.5 Pesquisa sobre Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

A pesquisa sobre a ETE foi solicitada aos alunos das turmas A e B logo após o término da primeira atividade prática, para que os mesmos buscassem informações sobre seu funcionamento, a utilização e função dos microrganismos na retirada dos poluentes existentes nos efluentes tratados, permitindo uma visão do papel realizado por esses na depuração dos poluentes no meio ambiente. Os estudantes receberam as orientações em sala de aula, sendo as perguntas que orientaram a pesquisa escritas no quadro assim como o link de um vídeo, cuja duração é de 04’58”, sobre o funcionamento da ETE do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) no município de Itabira, Minas Gerais, que poderia ser utilizado como fonte complementar para a pesquisa. O link é <https://www.youtube.com/watch?v=OVD7z3kciYc>.

Sobre as fontes de pesquisa a serem utilizadas, foi dada autonomia e liberdade aos discentes na busca, sendo obrigatória a citação das mesmas no final do trabalho.

Na turma B, 24 alunos realizaram a pesquisa, mas foram entregues somente 15 trabalhos, sendo que em 13 a bibliografia havia sido informada. No que diz respeito à turma A, 26 estudantes fizeram a pesquisa, mas foram entregues por eles 17 trabalhos, em 11 desses a bibliografia estava presente. Isso ocorreu porque nessas turmas alguns alunos se organizaram em grupos.

A seguir encontra-se a tabela 3 com as perguntas e os objetivos das mesmas. As orientações sobre as normas para a escrita e forma de entrega do trabalho estão no apêndice (C).

Tabela 3 – Perguntas que nortearam a pesquisa sobre a ETE com seus respectivos objetivos

| PERGUNTA |   | OBJETIVO  |
|----------|---|---|
| 1        | O que é uma ETE?  | Conhecer o que seja uma estação de tratamento de esgoto.                            |
| 2        | De onde vem o esgoto tratado em uma ETE?                            | Identificar a origem dos efluentes tratados em uma estação de tratamento de esgoto. |
| 3        | Quais são os objetivos de uma ETE?                                  | Entender a finalidade de uma ETE.   |
| 4        | Quais são as etapas utilizadas por uma ETE no tratamento do esgoto? | Reconhecer os caminhos percorridos pelo esgoto ao longo de seu tratamento.          |

continua...

continuação...

| PERGUNTA |  | OBJETIVO  |
|----------|--|---|
| 5        | Descreva as ações realizadas em cada uma das etapas?   | Inteirar-se do papel de cada etapa na transformação dos efluentes em sua passagem pela ETE.   |
| 6        | Do ponto de vista biológico, quais seres vivos estão presentes no processo de tratamento de esgoto em uma ETE? | Saber quais são os microrganismos responsáveis pela depuração natural nos ambientes aquáticos.  |
| 7        | Quais são as funções realizadas pelos seres vivos no tratamento do esgoto em uma ETE?                          | Compreender o papel dos microrganismos no consumo e conseqüente transformação dos poluentes em material não poluidor.                     |
| 8        | O que ocorre com a matéria orgânica presente no esgoto durante seu tratamento?                                 | Informar-se dos processos biológicos responsáveis pela modificação da matéria orgânica poluidora em compostos inorgânicos não poluidores. |

As respostas após analisadas foram categorizadas em adequadas e não adequadas. As adequadas são as que atenderam aos objetivos de cada pergunta e as não adequadas àquelas que não atenderam aos objetivos, não foram respondidas ou a escrita não possibilitou o entendimento.

Os trabalhos entregues pela turma A apresentaram a maioria das respostas classificadas como adequadas e a minoria como não adequadas. Em um trabalho todas as suas respostas foram consideradas não adequadas pelo fato da letra do discente ser ilegível, em outro a questão 6 não foi respondida e considerada não adequada e em um terceiro, as questões 6, 7 e 8 não foram respondidas e também classificadas como não adequadas. Nos demais trabalhos cujas respostas foram qualificadas como não adequadas é porque os objetivos não foram atendidos.

As pesquisas da turma B possuem a maior parte de suas respostas dentro da categoria adequada e a minoria pertencente à categoria não adequada. As exceções são as respostas da questão 3 onde todas se enquadram na categoria adequada e da questão 7, que a maioria pertence a categoria não adequada. As respostas classificadas como não adequadas, deve-se ao fato de não satisfazerem aos objetivos das perguntas.

As tabelas 4 e 5, a seguir contém exemplos de respostas consideradas adequadas e não adequadas para cada pergunta presentes nas pesquisas das turmas A e B. Os exemplos utilizados encontram-se transcritos preservando ao máximo a escrita original dos participantes.

Tabela 4 – Exemplos de respostas da turma A classificadas como adequadas e não adequadas:

| PERGUNTA | RESPOSTAS ADEQUADAS   | RESPOSTAS NÃO ADEQUADAS   |
|----------|---|---|
| 1        | “É a unidade operacional do Sistema de esgotamento Sanitário que através de processos físicos, químicos ou biológicos removem as cargas poluentes do esgotamento, devolvendo ao ambiente o produto final, efluente tratado, em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental”. | “Estação de tratamento de esgotos”.   |
| 2        | “Os que vêm das residências formam os esgotos domésticos, e os formados em fábricas recebem o nome de esgotos industriais”.   | “As estações de tratamento de esgoto Acquacilis são sistemas compactos de tratamento de esgoto que utilizam a tecnologia de leitos fixos rotativos (rotores) otimizada pela acqua Brasilis”.  |
| 3        | “Basicamente, o objetivos das estações de Tratamento biológicas é acelerar o processo natural que qualquer curso d’água realiza com micro organismos que se alimenta de materia organica do esgoto e ajudam a eliminar os poluentes”.   | “O sistema de esgotamento sanitário do campus central é composto por aproximadamente 7, 0 Km de rede coletora, Estação de Tratamento de (e.t.e) e reuso de efluente tratado. O projeto da Estação de Tratamento de Esgotos (e.t.e) foi elaborado no final da década de 70, iniciando sua operação em 1981”. |

continua...



continuação...

| PERGUNTA | RESPOSTAS ADEQUADAS   | RESPOSTAS NÃO ADEQUADAS   |
|----------|---|---|
| 4        | “Gradeamento, Desaneração, Decantador Primário, Peneira rotativa, Tanque de aeração, Decantador Secundário, Adensamento de lodo, Condicionamento químico do lodo, Filtro prensa de placas, Secador térmico”.                          | “O esgoto bruto para atender as exigências legais passa por diferentes níveis de tratamento: preliminar e biológico. Em algumas situações específicas pode ser realizado o tratamento físico-químico e a desinfecção do esgoto tratado”.  |
| 5        | * a descrição encontra-se posterior a tabela.   | “Estudo da Embrapa conclui que o cultivo de cana-de-açúcar é mais limpo do que se pensa. Atualmente o Brasil é o principal produtos mais essenciais para economia mundial: O açúcar e o álcool porém, questões ambientais significativos rondam a cana de açúcar”.  |
| 6        | “bactérias, algas, protozoários e metazoários”.   | “Existem vários tipos de tratamento de esgoto doméstico. Processos biológicos aeróbios e anaeróbios são aplicados com uma série de aspectos positivos e negativos. Esses processos utilizam organismos que se proliferam na água otimizando o tratamento e minimizando custos para que se consiga a maior eficiência possível”. |
| 7        | “Na etapa secundária há a utilização de microorganismos que sob condições ambientais favoráveis crescem e degradam a matéria orgânica no processo de Lodos Ativados (Estação de Tratamento de Efluentes)”.                            | “Funções vitais. Reprodução incluindo a gametogênese a fecundação a propagação dos esporos ou outras estruturas reprodutivas”.  |
| 8        | “A matéria orgânica do esgoto é decomposta pela ação das bactérias presentes no próprio efluente transformando-se em substâncias estáveis ou seja as substâncias orgânicas insolúveis dão origem a substâncias inorgânicas solúveis”. | E barrada a sujeira visível a olho nu depois eliminam os grãos da terra, partículas em suspensão e por fim ataca as impurezas solúveis na água, fazendo com que a água possa ser usada na limpeza de ruas, na irrigação, ou ser desenvolvida sem perigo aos rios”.  |

\* Descrição da resposta adequada. “Gradeamento: Resíduos sólidos grandes são retidos por grades com espaçamentos entre 5 e 10 cm, servindo de uma primeira filtragem

para facilitar a condução do esgoto por meio de bombas e tubulações. Desoneração: Neste momento, a areia em suspensão no esgoto vai para o fundo do tanque, enquanto os materiais orgânicos ficam nas camadas superiores. Decantador primário: primeira etapa de decantação onde o material orgânico sólido é misturado e sedimentado no fundo, formando lodo. Peneira rotativa: depois da formação do lodo por decantação, um processo de centrifugação separa a fase sólida da mistura em uma espécie de peneira, permitindo que o líquido seja armazenado em tanques. Tanque de aeração: através de um processo químico específico, os resíduos orgânicos são transformados em gás carbônico, fazendo com que a matéria ali contida sirva de alimento para microrganismos que ajudarão na decomposição de resíduos. Decantador secundário: mais uma fase de decantação, onde a matéria sólida no lodo é reduzida. Adensamento do lodo: o lodo é filtrado aqui, para que se retire mais uma parte da matéria sólida da mistura. Condicionamento químico do lodo: O lodo é coagulado e desidratado, deixando apenas a parte sólida do composto para trás. Filtro prensa de placas: o restante do líquido é extraído de um processo de compressão mecânica sobre a massa de lodo obtida na etapa anterior. Secador térmico: na fase final o material é exposto a altas temperaturas o que força a evaporação de qualquer resquício de água ainda presente no material”.

Tabela 5 – Exemplos de respostas da turma B classificadas como adequadas e não adequadas:

| PERGUNTA | RESPOSTAS ADEQUADAS  | RESPOSTAS NÃO ADEQUADAS                  |
|----------|--|--|
| 1        | “As E.T.E, mais conhecidas através da sigla E.T.E – são unidades operacionais do sistema de saneamento que especificamente recebem as cargas poluentes do esgoto e devolvem o efluente tratado a corpos d’água como rios, reduzindo os eventuais impactos ambientais que poderiam ser causados sem o devido tratamento, além de evitar que empresas sejam punidas legalmente e judicialmente pela destinação incorreta dos efluentes gerados”. | “E.T.E→Estação de tratamento de Esgoto”. |

continua...

continuação...

| PERGUNTA | RESPOSTAS ADEQUADAS   | RESPOSTAS NÃO ADEQUADAS   |
|----------|---|---|
| 2        | “A origem dessas águas poluídas se dá através da rede de esgoto proveniente de residências, comércio e de indústrias”.  | “O processo é estritamente biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto e o lodo ativado são misturados, agitados e aerados em unidades conhecidas como tanques de aeração. Após este procedimento, o lodo é enviado para o decantador secundário, onde a parte sólida é separada do esgoto tratado”.                            |
| 3        | “Tem como objetivos principalmente: remover o material sólido, reduzir a demanda bioquímica de oxigênio; exterminar microorganismos patogênicos, reduzir as substâncias químicas indesejáveis.”.  | Ausente.  |
| 4        | “1= gradeamento, 2= desaneração, 3= Decantador Primário, 4= peneira rotativa, 5= Tanque de aeração, 6= Decantador secundário, 7= adensamento de lodo, 8= Digestão anaeróbica, 9 = condicionamento químico, 10= filtro prensa de placas, 11= secador térmico”. | “O esgoto bruto para atender as exigências legais para por diferentes níveis de tratamento físico-químico e a desinfecção do esgoto tratado. Durante o processo de tratamento de esgoto ocorre a formação de lodo e de gases que podem ser submetidos a tratamentos específicos. Tratamento Preliminar / tratamento Biológico”. |
| 5        | * a descrição encontra-se posterior a tabela.   | “O tratamento de esgotos domésticos consiste em uma etapa que merece ampla... Entre os processos biológicos utilizados para o tratamento de influentes. São unidades operacionais do sistema de saneamento que especificamente recebem as cargas de esgotos”.   |
| 6        | “Os seres vivos são os decompositores como fungos bactérias anaerobias e bacterias aerobicas”   | ** descrição logo após a tabela.  |
| 7        | “As funções das bacterias e seres vivos no esgoto é de degradar a carga orgânica existente, além de reduzir os teores de nitrogênio e fósforo”.   | “A água gerada pelo tratamento é reutilizada em funções como irrigação de jardim e des carga de uso sanitário”.   |

continua...

continuação...

| PERGUNTA | RESPOSTAS ADEQUADAS  | RESPOSTAS NÃO ADEQUADAS   |
|----------|--|---|
| 8        | “O processo de tratamento é exclusivamente da natureza biológica onde a matéria orgânica é depurada por meio de colônias de microorganismos heterogêneos específicos na presença de oxigênio (processo exclusivamente aeróbio)”. | “O processo de tratamento de esgoto tem por finalidade separar a fase líquida da sólida, tratando de forma separadamente e de forma adequada cada uma destas fases, objetivando reduzir ao máximo a carga poluidora”. |

\* Relato da resposta adequada: “1-Gradeamento: Resíduos sólidos grandes são retidos por grades com espaçamentos dentre cinco e dez centímetros servindo de uma primeira filtragem para facilitar a condução do esgoto por meio de bombas e tubulações. 2-Desaneração: É a separação dos organismos menores, dos organismos maiores. A areia vai para o fundo de um tanque e o material orgânico permanece na superfície. 3-Decantador primário: São tanques que misturam o material orgânico sólido para sedimentá-lo no fundo do tanque até assumir a forma de lodo. 4-Peneira rotativa: O material sólido é submetido a uma espécie de peneira que serve como uma nova filtragem e separação para que líquido seja armazenado em caçamba. 5-Tanque de areação: é onde a matéria serve de alimento para microorganismos através de um processo químico que converte resíduos orgânicos em gás carbônico. 6-Decantador secundário: tanques separam sólidos em suspensão através de sedimentação e reduzem mais matéria sólida em lodo. 7- Adensamento do lodo: O lodo é filtrado de forma a reduzir o volume de água para transparecer o matéria sólido, que por sua vez é submetido a outros processos de filtragem. 8- Digestão anaeróbica: toda a matéria em forma de lodo é estabilizada por meio de processo químico, incluindo a eliminação de bactérias e gases nocivos, além de ser reutilizado também como adubo. 9-Condicionamento químico: A matéria passa por um processo de coagulação e desidratação. 10-filtro prensa de placas: O lodo é filtrado através de placas prensadas que fazem todo o líquido restante a ser eliminado. 11-Secador térmico: por fim, o lodo restante é submetido a evaporação através de altas temperaturas, eliminando significativamente mais líquido”.

\*\* Exposição da resposta não adequada: “Basicamente, o objetivo das estações de tratamento biológicas é acelerar o processo natural que qualquer curso d’água realiza com microorganismos que se alimentam da matéria orgânica do esgoto e ajudam a eliminar os poluentes. As ETEs são projetadas para conter quadrilhões de microorganismos em concentração bem superior á de um rio, assim é possível reproduzir em algumas dezenas de

metros a mesma despoluição que um rio demora dezenas ou centenas de quilômetros para fazer. A remoção dos poluentes deve ser tal para adequar o lançamento do esgoto tratado a uma qualidade desejada para a saúde do rio e para atender aos padrões de qualidade estabelecidos pelas legislações”.

## **5.6 Atividade prática 2- despoluição natural das águas**

### **5.6.1 Descrição da atividade**

A atividade prática 2 começou a ser desenvolvida na aula seguinte a da entrega da pesquisa sobre o funcionamento de uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto). Inicialmente a ideia era de que os alunos propusessem os materiais que seriam usados como poluentes. Foi colocada em prática essa ideia, obtendo duas propostas de práticas, uma da turma A e outra da turma B.

Após análise das sugestões, decidimos pela inviabilidade das mesmas, devido ao forte cheiro que seria gerado no laboratório pela decomposição do material escolhido como poluente por ambas as turmas, devido a futuros problemas com odor nas salas de aula, secretaria e refeitório, em consequência da localização do espaço utilizado como laboratório.

Na aula seguinte foi sugerido aos alunos o uso de folhas como contaminantes, que em um primeiro momento ficaram resistentes, mas após a exposição dos problemas que poderiam surgir, aceitaram tranquilamente.

Na semana seguinte foi iniciada a atividade nas turmas, e os materiais utilizados foram: folhas coletadas próximas a uma mangueira na área verde da escola, água mineral e dois aquários de vidro. A quantidade de folhas utilizadas foi aproximadamente à mesma, um saco plástico com tamanho compatível a folha A4 quase cheio em cada turma (figs. 24 e 25).



Figura 24 - Foto das folhas e aquários utilizados na atividade prática 2.  
Autor: Luis Phillipe Carvalhais Leal.



Figura 25 - Foto do local de coleta das folhas usadas no experimento.  
Autor: Luis Phillipe Carvalhais Leal.

No decorrer da primeira aula desta prática, o professor informou a todos os alunos que poderiam realizar a atividade individualmente ou em grupo, desde que os grupos não fossem muito grandes, que cada aluno ou grupos nas semanas seguintes deveriam levar consigo um caderno denominado “caderno de campo”, onde anotações sobre as observações deveriam ser feitas, para auxiliar na elaboração de um relatório que seria cobrado no final. O término da prática foi programado para encerrar junto com o término do bimestre. A atividade teve como objetivo, além da elaboração e entrega de um relatório, o acompanhamento por parte dos discentes de um processo natural de despoluição, a reflexão sobre esse processo no que diz respeito ao tempo gasto e a observação dos seguintes parâmetros: coloração da água (clara ou escura); existência ou não de cheiro e intensidade (forte ou fraco); presença de microrganismos, abundância e diversidade e o valor do pH. Ainda durante essa mesma aula,

foi sugerido que os participantes, individualmente ou em grupos, elaborassem duas hipóteses que respondessem as seguintes perguntas, como descrito a seguir:

Perguntas para a primeira hipótese: qual será o aspecto da água durante o desenvolvimento da atividade: vai modificar ou ficará a mesma? Caso altere, ficará mais clara ou mais escura?

Perguntas para a segunda hipótese: Surgirão microrganismos? A quantidade e diversidade aumentarão ou diminuirão durante a atividade?

Nas aulas seguintes, uma vez por semana, os alunos na presença do professor desciam ao laboratório para observar a evolução do experimento e efetuar as anotações a respeito dos parâmetros pré-acordados na primeira aula. Em uma das aulas, três perguntas baseadas em dúvidas apresentadas por alguns estudantes, foram repassadas aos demais para que respondessem, e as respectivas respostas deveriam ser escritas no caderno de campo. As perguntas são: O que aconteceria se fosse aplicado cloro a água? Como os microrganismos apareceram no experimento? Do que os microrganismos se alimentam? Da metade para o final do período gasto com a atividade, foi observado um novo parâmetro, o pH.

A cada aula os alunos sob a orientação do professor analisavam a coloração da água, a presença e intensidade de cheiro ou a inexistência de odor, a existência de microrganismos sua variedade e quantidade, e determinavam com o auxílio de fitas o valor do pH naquela semana. Os resultados obtidos eram escritos no caderno de campo pelos estudantes, fotos dos aquários e filmagens dos seres vivos microscópicos encontrados eram realizadas pelo docente com a ajuda dos participantes. Discussões a respeito dos dados coletados eram fomentadas e mediadas pelo professor a cada encontro, para verificar o que os discentes estavam entendendo, sanar as dúvidas existentes e estimular o senso crítico dos mesmos sobre o papel dos seres vivos envolvidos no processo de despoluição assim como o tempo gasto para o estudo desse evento. O nível da água era controlado semanalmente, e quando necessário o volume era repostado com água mineral.

Próximo ao término do bimestre foi solicitado à elaboração de um relatório sobre a prática realizada, as orientações para a construção encontram-se no apêndice (G). Para estimular a produção dos relatórios pelos discentes, os mesmos foram considerados como uma atividade avaliativa e conseqüentemente pontuados.

Na turma A três grupos entregaram os relatórios solicitados, sendo dois compostos por quatro alunos e um por cinco alunos. Na turma B, quatro grupos entregaram os relatórios, sendo cada um composto por cinco estudantes. Os relatórios, turma A, foram identificados pelos números 1, 2 e 3, e da turma B, pelos números 1,2, 3 e 4.

## **PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE PRÁTICA PELOS ALUNOS DA TURMA A**

**Título:** Ação biológica dos microrganismos na matéria orgânica.

**Materiais:** Restos de alimentos, lixo, água, casca de frutas, folhas, isopor e casca de legumes.

**Objetivos:**

- Visualizar a poluição e a despoluição
- Observar a diversidade e a quantidade dos microrganismos

**Metodologia:** Observar, analisar, estudar, pesquisar, conclusão.

**Observações:** durante a proposição da aula prática os alunos participaram ativamente, determinando (escolhendo) o título, materiais, objetivos e metodologia. O professor assumiu apenas o papel de orientação e de condução durante a formulação desta proposta didática.

A proposta foi inicialmente organizada pelo professor em quatro tópicos (título, materiais, objetivos e metodologia) e os alunos contribuíram propondo o que iria compor cada tópico.

Os alunos levaram de 20 (vinte) a 30 (trinta) minutos para propor esta atividade.

A turma oficialmente possuía 33 alunos matriculados, sendo frequentes aproximadamente 26 alunos.

## **PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE PRÁTICA PELOS ALUNOS DA TURMA B**

**Título:** Aula prática de despoluição.

**Materiais:** óleo, lixo, água, papel e restos de alimentos.

**Objetivos:**

- Visualizar a poluição e a despoluição;
- Observar a mudança no comportamento da água;
- Observar a diversidade dos microrganismos;
- Verificar a diversidade.

**Metodologia:** observação, anotação, analisar, concluir e divulgar os resultados.



**Observações:** Os alunos participaram mais ativamente quando comparado com a turma A. Nesta turma, assim como na anterior, os alunos escolheram o título, materiais, objetivos e metodologia. O professor assumiu apenas o papel de conduzir e organizar o que ia sendo pelos alunos.

Nesta turma como a participação foi mais efetiva, os estudantes levaram aproximadamente de 30 (trinta) a 35 (trinta e cinco) minutos para concluírem a proposta para esta atividade.

A turma apresentava 26 alunos matriculados, mas frequentes eram aproximadamente 23.

### **5.6.2 Resultados qualitativos**

Os alunos durante 8 encontros entre os meses de outubro a dezembro de 2018, fizeram observações e anotações sobre a atividade prática 2 de despoluição natural. As pranchas 1 e 2 a seguir, ilustram as imagens vistas pelos estudantes das turmas A e B respectivamente.

Nas fotos A e B da prancha 1 (fig. 26) constam os materiais usados com exceção da água mineral e o resultado montagem do experimento respectivamente. Pode-se ver que as folhas foram picotadas pelo professor com as mãos para melhor acondicionamento no aquário.

Os discentes presenciaram um escurecimento gradual da água, fotos B, C, D, E, F e G (fig.26) da prancha acima, da primeira a sexta observação, comprovado pela diminuição da visibilidade das folhas no fundo, com um início de clareamento a partir da sétima observação, fotos H e I (fig.26), constatado pela melhora da nitidez na visualização das folhas que se encontravam no assoalho do aquário.

O cheiro inicialmente, foto B (fig.26), era característico de folha molhada, mas a partir da segunda até a oitava observação, imagens C, D, E, F, G, H e I (fig.26), o odor se modificou apresentando um aspecto fétido, mas aceitável, que foi se intensificando gradualmente durante as observações até o encerramento da participação dos estudantes.

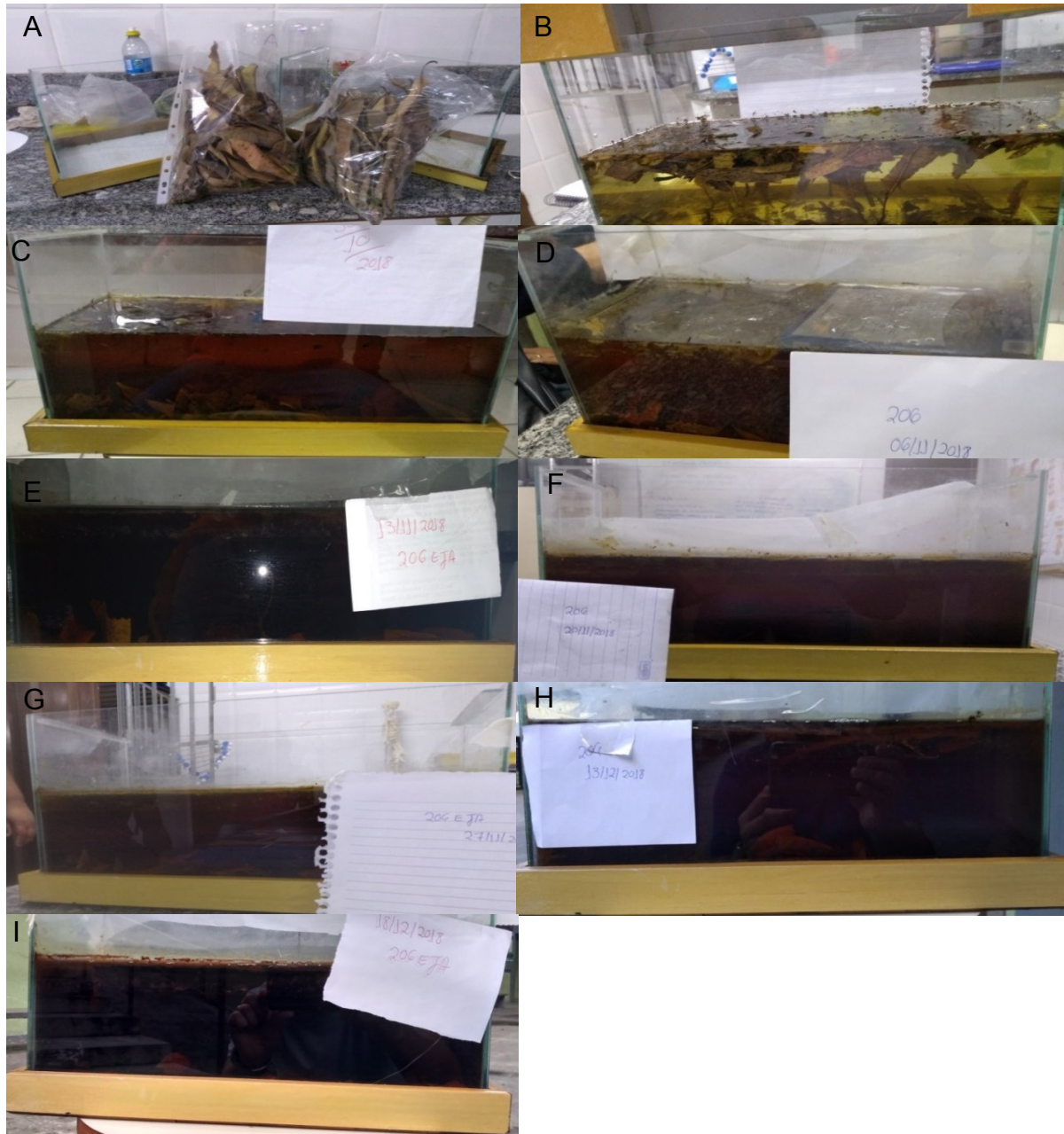


Figura 26 - Prancha 1, turma A – (A) foto dos materiais utilizados para a realização da atividade prática; (B) foto da primeira observação do experimento que simula um corpo poluído com poluente natural (folhas de mangueira); (C) foto da segunda observação ocorrida uma semana após a primeira; (D) foto da terceira observação realizada na semana posterior a segunda; (E) foto da quarta observação feita na semana seguinte a terceira; (F) foto da quinta observação realizada na semana posterior a da quarta; (G) foto da sexta observação, ocorrida uma semana após a quinta; (H) foto da sétima observação realizada na semana seguinte a sexta; (I) foto da oitava e última observação ocorrida na semana seguinte a da sétima.

O pH foi medido entre a quinta e a oitava observação, utilizando fitas MACHEREY-NAGEL (MN) da empresa SOS LABORATÓRIO, cuja escala varia de 0 a 14, disponíveis no local designado como laboratório de ciências pela escola. Os valores obtidos em cada medição estão dispostos no gráfico a seguir (fig. 27).

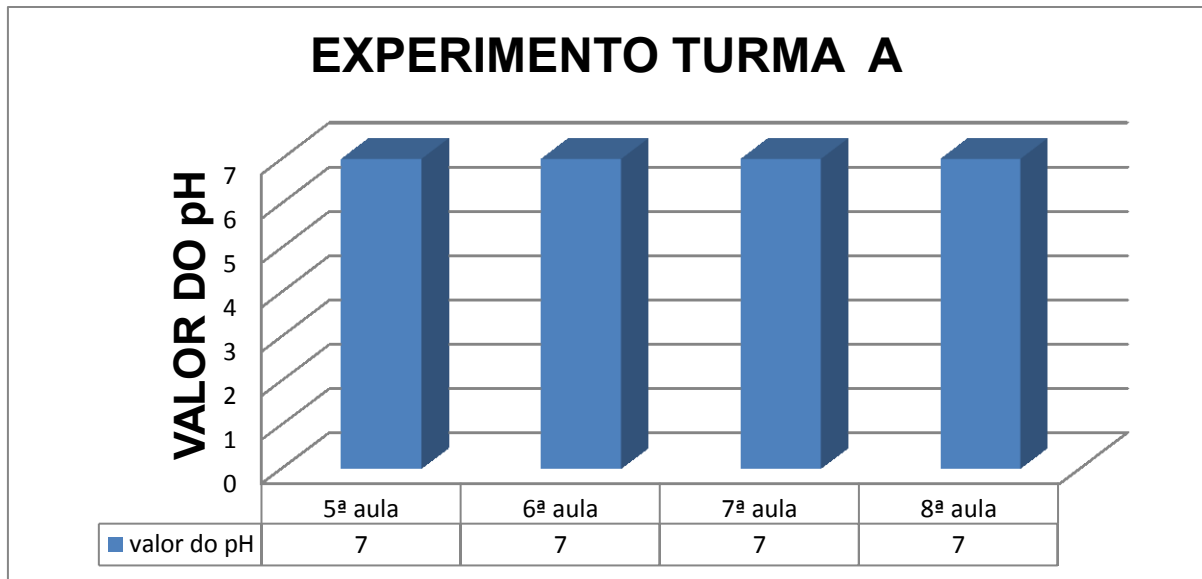


Figura 27 - Gráfico com os valores de pH, turma A, medidos da 5ª aula até a 8ª aula de observação.

No transcorrer das oito observações, os alunos da turma A e o professor com o uso do celular, lâmina de vidro, lente convergente presente em caneta laser e do microscópio disponível no laboratório, observaram e confirmaram respectivamente a existência ou não de microrganismos no experimento. A primeira ocorreu logo após a montagem do experimento. Não houve procura por microrganismos (fig. 28).

Na segunda constatamos a não existência de microrganismos, alguns desconfiaram se a atividade daria certo. Ocorreu uma adição da água do lago da biblioteca da UFMG para colonização. Na terceira verificamos a presença de microrganismos em grande quantidade e diversidade, tendo como resultado alunos bastante empolgados com a experiência. A quarta análise da água mostrou a presença de organismos microscópicos em quantidade e diversidade superior a da segunda observação. Foi percebido pelos discentes que os tamanhos eram bastante diferentes. A animação permanecia grande entre eles. Na quinta percebemos uma redução do número e da diversidade dos microrganismos, o que permitiu uma discussão sobre possíveis fatores que levavam a dinâmica populacional que ocorria naquele momento. Era perceptível o entusiasmo dos estudantes. A sexta análise expôs um aumento da

quantidade e diversidade dos organismos microscópicos em comparação a observação anterior. Os alunos se mostraram menos animados. Na sétima visualização houve o consenso de que a quantidade e diversidade não variaram em relação à sexta observação. Devido à proximidade do encerramento do ano letivo e da semana de provas bimestrais os estudantes encontravam-se muito ansiosos e menos empolgados e participativos. A oitava e última observação permitiu visualizar organismos unicelulares em grande quantidade, mas com pouca diversidade. Entretanto, pelo fato dos estudantes aflitos para entrarem de férias e conseqüentemente muito dispersos e pouco participativos, esta última etapa não foi muito proveitosa..



Figura 28 – (A) foto aparelho celular e lente convergente acoplada à câmera traseira, (B) foto do aparato formado por dois livros didáticos de cada lado que suportam a lâmina, com um celular como fonte luminosa abaixo dos livros. Autor: Luis Phillipe Carvalhais Leal.

As imagens A e B da prancha 2 (fig. 29) trazem os materiais utilizados, menos a água mineral, e o resultado da produção da prática sobre despoluição respectivamente. As folhas encontram-se quebradas para que fiquem mais bem arranjadas no aquário.

Os estudantes, conforme as imagens B, C, D, E e F (fig.29) vivenciaram um escurecimento gradativo da coloração da água, da primeira a quinta observação, comprovado pela diminuição da visibilidade das folhas que se encontravam no fundo. O começo da redução desse escurecimento foi presenciado pelos estudantes da quinta até a oitava observação, imagens G, H e I (fig.29), atestado pelo retorno da visualização das folhas que se encontravam na porção inferior do aquário.

O odor no começo, foto B (fig.29), era característico de folha molhada, mas a partir da segunda até a oitava visualização, fotos C, D, E, F, G, H e I (fig.29). Esse odor foi modificado para um menos agradável (fétido) que se intensificou gradativamente até o fim da participação dos alunos na atividade. O cheiro obteve a mesma classificação da turma A.

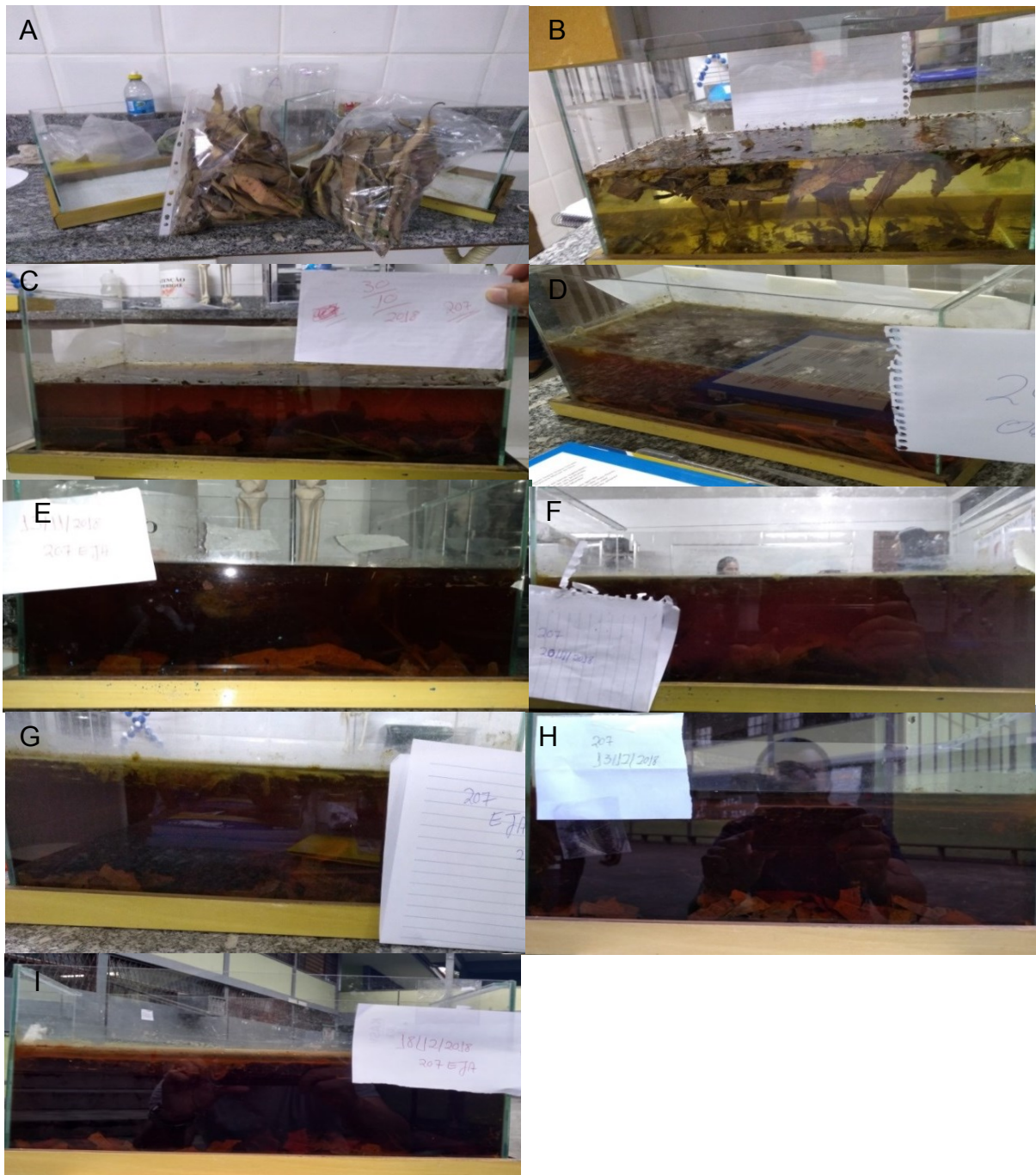


Figura 29 - Prancha 2, turma B – (A) foto dos materiais utilizados para a realização da atividade prática; (B) foto da primeira observação do experimento que simula um corpo poluído com poluente natural (folhas de mangueira); (C) foto da segunda observação ocorrida uma semana após a primeira; (D) foto da terceira observação realizada na semana posterior a segunda; (E) foto da quarta observação feita na semana seguinte a terceira; (F) foto da quinta observação realizada na semana posterior a da quarta; (G) foto da sexta observação, ocorrida uma semana após a quinta; (H) foto da sétima observação realizada na semana seguinte a sexta; (I) foto da oitava e última observação ocorrida na semana seguinte a da sétima.

Os valores de pH obtidos entre a quinta e a oitava observação, utilizando fitas MACHEREY-NAGEL (MN) da empresa SOS LABORATÓRIO, cuja escala varia de 0 a 14,

disponíveis no local designado como laboratório de ciências pela escola, estão disponibilizados abaixo (fig. 30).

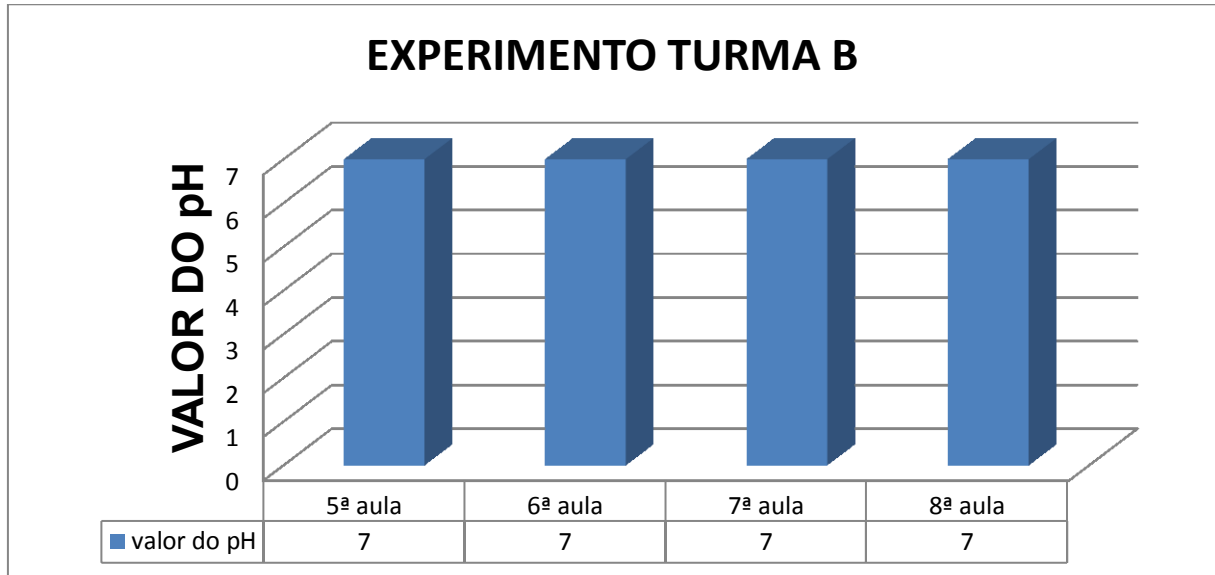


Figura 30 - Gráfico com os valores de pH, turma B, medidos da 5ª aula até a 8ª aula de observação.

No passar das oito observações, os discentes da turma B e o professor com o uso do celular, lâmina, lente convergente de caneta laser, o mesmo aparato para observação da turma A e do microscópio disponível no laboratório, visualizavam e confirmavam respectivamente a existência ou não de microrganismos no experimento. A primeira observação aconteceu logo após a montagem da prática, neste momento não foi verificado se existiam ou não organismos unicelulares. Na segunda verificamos a ausência de microrganismos. Uma amostra da água do lagunho da biblioteca da UFMG foi adicionada ao experimento para coloniza-lo. Na terceira percebemos o surgimento de microrganismos em grande quantidade e diversidade. Discentes entusiasmados com a atividade após visualizarem os esse organismos. Na quarta averiguamos uma redução na quantidade e diversidade em comparação a terceira observação. Ocorreu uma discussão dos possíveis fatores que possam ter levado a dinâmica populacional presenciada. Devido à presença de um totó e de uma mesa de futebol de moeda no interior do espaço utilizado como laboratório, alguns discentes se dispersaram atrapalhando o andamento da atividade. A quinta possibilitou verificar um aumento na quantidade e diversidade de organismos unicelulares em relação à observação anterior. Alunos bastante envolvidos. A sexta visualização trouxe um aumento da quantidade e diversidade quando comparado à quinta observação. Na sétima foi consenso de que não houve mudanças na quantidade e diversidade em relação a sexta observação. Os estudantes pela proximidade da semana das

provas finais e encerramento do ano letivo, encontravam-se ansiosos, menos atentos e dispersos. Na oitava e última a quantidade e diversidade ainda se encontravam elevadas. Os estudantes encontravam-se inquietos para o termino das aulas porque queriam sair de férias, participação deixou a desejar.

### 5.6.3 Relatórios elaborados pelos estudantes

As informações presentes nos relatórios de ambas às turmas foram analisadas e classificadas como presentes ou ausentes e adequadas e não adequadas. Adequadas, quando estão presentes e atendem aos objetivos dos tópicos que devem constar no relatório, conforme o apêndice (D). Não adequadas, aquelas presentes, mas fogem dos objetivos dos tópicos, ou não estão presentes no relatório ou presentes cuja escrita não foi entendida. Os exemplos utilizados como representação das respostas, encontram-se transcritos preservando ao máximo a escrita original dos participantes.

As análises encontram-se expostas a seguir.

No relatório 1, turma A, a primeira hipótese é presente mas não adequada: “A água mineral, ao ser despejada no aquário, ficou escura rapidamente”. A segunda hipótese também está presente e é adequada: “O aparecimento será decorrente conforme acontecer a despoluição. A diversidade aumentará de acordo com o despejamento de toda a atividade”. O relato das aulas é presente e adequado, onde os alunos disseram que: “Surgiu grande quantidade de microrganismos de diferentes cores e tamanhos. A água está mais escura e com cheiro forte”. A comparação das hipóteses com os dados e resultados obtidos é ausente e consequentemente não adequada, o mesmo vale para a conclusão. As respostas das três perguntas estão presentes e são adequadas, estando à segunda incorreta. Resposta da primeira: “Certamente os microrganismos morreriam, os fungos também e o odor sumiria”. Resposta da segunda: “Pode ter sido da água mineral, das folhas da manga ou do ar”. Resposta da terceira: “Matéria orgânica e fungos”.

No Relatório 2, turma A, a primeira hipótese apesar de estar presente é não adequada: “Nos primeiros momentos, a água fica escura, as folhas ainda estão na superfície”. A segunda hipótese assim como a primeira consta no relatório e é não adequada: “A diversidade e quantidade de microrganismos é pouca mas aumentará”. O relato das aulas é presente e adequado, exemplo do que os alunos escreveram: primeira semana “não vimos organismos”; segunda semana: “O cheiro já é perceptível e desagradável (pela decomposição)”, quarta semana “ a água está mais escura”. A comparação das hipóteses com os resultados e dados

encontrados não está presente e por consequência é não adequada. Uma conclusão encontra-se presente e foi considerada adequada, estando nela escrito: “vimos e aprendemos que a natureza em si, já resolve seus problemas, que através dos microorganismos, há um processo natural na limpeza das águas”; “ É um processo lento que usa todo tipo e milhões de microrganismos”. Com relação às respostas das três perguntas, estão presentes e adequadas, onde os alunos disseram que: resposta da primeira pergunta: “O odor ia sair e os microorganismos ia morrer”; resposta da segunda pergunta: “ Com a mistura da água mineral com a do córrego” e terceira pergunta; “ Materia organica e fungos”. Uma ressalva com relação a segunda resposta, apesar de ser adequada é incorreta.

No relatório 3, turma A, a primeira hipótese está presente mas é classificada como não adequada, constando os seguintes dizeres: “ a agua mudou de cor ficou amarronzada, ficou com cheiro de folha molhada”. Uma segunda hipótese é presente e da mesma forma que a primeira não adequada, dizendo os estudantes: “Surgiram microrganismos de várias Formas”. O relato das aulas encontrasse presente e adequado, do qual será utilizado para exemplificar as seguintes passagens: segunda semana “o Surgimento de microrganismos foi bem maior que semana passada eles são diferente do outro Com uma quantidade bem elevada”; terceira semana “A cor da agua escurecia mais” e quarta semana “ O Cheiro estava bem menos forte”. A comparação das hipóteses com os dados e resultados encontrados, não foi escrita pelos discentes, por isso considerada ausente e não adequada. A conclusão é presente e adequada, sendo usado para exemplificar o seguinte trecho, “aos poucos os microrganismos foram limpando a água automaticamente Fazendo assim e poucos meses a agua seja Totalmente despoluída proprios micro organismos”. As respostas das três perguntas não foram encontrada, sendo assim ausentes e não adequadas.

No relatório 1, turma B, a primeira e segunda hipóteses são ausentes e portanto não adequadas. O relato das aulas é presente e adequado, sendo usados os seguintes fragmentos para exemplificação: 30/10/2018 “água mudou para um tom mais escuro”; 20/11/2018 “Encontra-se maior quantidade de microrganismos”; 20/11/2018 “Odor mais forte”. Confirmação ou rejeição das hipóteses baseado nos dados e resultados obtidos encontra-se ausente portanto não adequada. A conclusão também está ausente e assim não adequada. Todas as respostas referentes as três perguntas estão presentes, apenas a primeira é não adequada, exemplificação: resposta da primeira pergunta “Como halogênio o cloro é um desinfetante altamente eficiente e adicionado a água de abastecimento público para eliminar agentes patogênicos causadores de doenças”; resposta da segunda pergunta: “no dia 06/11 foi introduzido uma água do lago que já estava contaminada, assim eles foram se multiplicando



com a quantidade de alimentos em abundância” e a resposta da terceira pergunta “os microorganismos se alimentam de restos orgânicos em composição”. A comparação das hipóteses com os dados e resultados não foi apresentada pelos alunos e por consequência não adequada.

Com relação ao relatório 2, turma B, a primeira hipótese é ausente e não adequada e a segunda hipótese encontra-se presente e adequada. A segunda hipótese está escrita da seguinte forma: “Sim. Pois no desenvolver do experimento surgirá novos microorganismos”. O relato das aulas situa-se presente e de maneira adequada, o qual se encontra exemplificado com os seguintes fragmentos: terceira semana “Encontra-se uma quantidade maior de microorganismos”, a diversidade aumentou”; primeira semana “ As folhas começaram a ser decompostas por isso a água escureceu”; terceira semana “Porém o odor se encontra mais forte”. Não foi encontrada a conclusão solicitada e portanto não adequada. As respostas para as três perguntas estão presentes, as da segunda e terceira são adequadas e da primeira não adequada. Essas estão ilustradas as seguir: primeira resposta “O cloro é um desinfetante altamente eficiente ele é adicionado na água de abastecimento público para eliminar os agentes patogênicos causadores de doenças como as bactérias”; segunda resposta “Com 2 semanas ocorridas foi introduzida uma água recolhida do lago com uma quantidade maior de microorganismos” e terceira resposta “ microorganismos se alimentam de restos orgânicos em composição”.

Sobre o relatório 3, turma B, as duas hipóteses solicitadas estão presentes e de forma adequada. As mesmas apresentam-se escritas das seguintes maneiras: primeira hipótese “Com a medida do tempo que a água for desenvolvendo a tonalidade da água vai aumentando o tom, ou seja, vai ficando mais escura” e a segunda hipótese “ Sim, pois no desenvolver do experimento surgirá novos microorganismos”, “ Os micro organismos vai aumentando com a medida do tempo”. A respeito do relato das aulas, esse se encontra presente e adequado. Para ilustrar escolhemos as seguintes passagens: 30/10/2018 “não surgiu nenhum microorganismos a primeira semana”; 06/11/2018 “houve alteração sim a cada semana a cor estava mais forte, parecendo suja, o tom da água de acordo com cada semana estava mais amarelada depois foi ficando marrom”; 13/11/2018 “ o odor esta equilibrado”. No que se trata da comparação das hipóteses, não se encontra nenhuma referencia, por isso considerada não adequada. A conclusão é ausente e assim não adequada. As três respostas não fazem parte do relatório e, portanto não adequado.

A respeito do relatório 4, turma B, a hipótese um é presente e adequada, enquanto a hipótese dois também está presente mas não adequada. Para a hipótese um os dizeres são:

“Durante o tempo vai ter mudança na água, vai ficar mais escura”. Já na segunda hipótese foi encontrado a seguinte resposta: “ devido por micro-organismos durante o processo”. Pode-se dizer que o relato das atividades faz parte do corpo do relatório e adequado. Exemplificamos o mesmo com as seguintes passagens: “surgiram muitos micro-organismo”; “a coloração da água está mais escura” e “ O odor da água está mais forte”. A comparação das duas hipóteses com os resultados e dados obtidos não está presente e por isso não adequada. Uma conclusão faz parte do texto do relatório, mas não adequada, dessa citamos as passagens a seguir: “ Na primeira etapa foram colocadas: Folhas, água mineral é um pouco de água do lago da UFMG” e “Já na segunda semana as folhas afundaram, a coloração da água já mudou, na quarta semana apareceram micro-organismos á água já estava muito escura e odor mais forte”. Sobre as três respostas de suas respectivas perguntas, ambas são presentes, estando apenas a segunda não adequada. As respectivas respostas são: “mataria todos os micro-organismo e o odor sumiria”; “tanto da fonte da água mineral e o córrego ficara totalmente contaminada” e “atráves da materia orgânica e o fungos”.

### 5.7 Sequência didática sobre o papel dos microrganismos na despoluição das águas

A seguinte sequencia didática é o produto obtido das atividades sobre a despoluição das águas mediada por microrganismos, aplicadas aos alunos do ensino médio EJA, podendo ser usada nas aulas de ciências e biologia das modalidades de ensino regular e Educação de Jovens e Adultos. A mesma está dividida em três partes, como ilustrado abaixo (fig. 31).

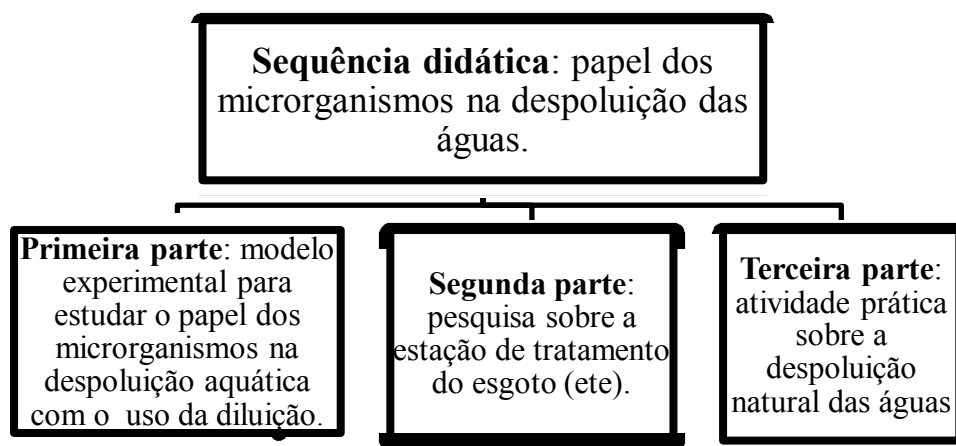


Figura 31 – organograma da sequência didática.

Antes da realização desta sequência ou de uma de suas atividades, acreditamos ser pertinente a abordagem do método científico com os estudantes pelo professor, porque a

natureza investigativa e a estrutura de cada uma das três partes aqui presentes, estão amparadas pelo método científico e acreditamos que tal abordagem inicial facilite a aprendizagem dos discentes e a execução pelos mesmos de uma ou das três atividades, tornando mais agradável e prazeroso seus estudos. No entendimento de DEWEY (2010) a inserção do estudo das ciências, mediada pelo método científico, permitiria o entendimento pelos estudantes além da própria ciência, dos problemas econômicos em seu tempo, ou seja, forneceria aos mesmos capacidade de entender criticamente os acontecimentos de seu cotidiano.

No trabalho de ANDRADE (2011), as etapas do método científico que devem ser trabalhadas na forma de atividades científicas na educação básica, conforme Dewey já defendia no começo do século XX são: definição do problema, elaboração de hipóteses, desenvolvimento e aplicação de testes experimentais, construção de resultados e elaboração de conclusão. Para SCARPA & CAMPOS (2018) os exercícios investigativos devem ser organizados na forma de ciclos que são compostos por; (1) orientação, onde o aluno é estimulado pela elaboração de um problema; (2) conceitualização, aqui o problema elaborado é confrontado com hipóteses e conceitos; (3) investigação, onde os dados são coletados, produzidos por meio da experimentação e exploração, e logo em seguida analisados; (4) conclusão, onde explicações são produzidas para responder o que é investigado e (5) discussão, aqui os resultados encontrados são apresentados.

Essa sequência possui como objetivos específicos o estudo da despoluição natural da água e o importante papel dos microrganismos unicelulares e pluricelulares neste processo.

### **5.7.1 Primeira parte**

O modelo experimental possui como objetivo principal o estudo da despoluição realizada pelos organismos microscópicos unicelulares e pluricelulares aquáticos utilizando um conceito muito presente no dia a dia dos estudantes que é a diluição. O roteiro a ser utilizado para a realização da atividade é o disponível no apêndice (B), cabendo ao professor que for utiliza-lo, realizar as adequações que julgar necessárias.

Ao longo do desenvolvimento atividade, o professor deve deixar claro que o uso da diluição é uma ferramenta para facilitar o entendimento da redução do material orgânico poluente nos ambientes aquáticos realizado pelos microrganismos, ou seja, não processos sinônimos. O café preparado presente na lista de materiais terá o papel de poluente e as trocas

do líquido poluído (água com café) pela água pura, diluições, simulam o processo de despoluição natural. O uso de garrafas pet como o lago poluído e do café preparado, tem como justificativa o uso de materiais de fácil obtenção.

A respeito dos itens presentes no campo anotações do roteiro, o discente que for usa-lo poderá fazer as modificações que achar pertinentes a sua realidade escolar, desde que a essência investigativa da atividade não seja comprometida.

Para a execução dos 4 momentos que compõem o roteiro do modelo experimental, sugerimos que seja gasto um tempo de 3 a 4 horas/aula, que pode ser ajustado de acordo com as especificidades dos alunos que realizarão a mesma.

### 5.7.2 Segunda parte

A pesquisa sobre a estação de tratamento de esgoto foi pensada para ser um momento onde os alunos terão a oportunidade de obter informações sobre uma importante utilização de um dos papéis ecológicos dos seres vivos microscópicos unicelulares e pluricelulares, a favor dos seres humanos, que é a limpeza do esgoto.

O professor com relação às fontes de pesquisa pode fornecê-las ou dar autonomia aos alunos para procurá-las, alertando da importância de se ter um olhar crítico sobre as informações que serão obtidas, porque nem sempre essas são verdadeiras. Como sugestões de sites para a pesquisa, listamos os seguintes:

- Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA):  
<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/esgotamento-sanitario/processos-de-tratamento>. Acesso: 25/06/2019.
- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP):  
<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=49>. Acesso: 25/06/2019.
- Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN):  
<https://www.cesan.com.br/noticia/confira-como-e-feito-o-processo-de-tratamento-do-esgoto-2/>. Acesso: 25/06/2019.

Além dos links disponibilizados acima, sugerimos como fonte de pesquisa e orientação aos alunos, um vídeo disponível no YouTube, sobre uma estação de tratamento de esgoto localizado na cidade de Itabira em Minas Gerais. O link para acessar o vídeo é:

<https://www.youtube.com/watch?v=OVD7z3kciYc>. Acesso: 25/06/2019.

Como eixo norteador da pesquisa, disponibilizamos na tabela a seguir contendo 8 perguntas com seus respectivos objetivos, que é a mesma utilizada em uma das atividades do TCM (tab. 6).

Tabela 6 – perguntas com seus objetivos para nortear a pesquisa sobre a ETE:

| PERGUNTA |  | OBJETIVO  |
|----------|--|---|
| 1        | O que é uma ETE?   | Conhecer o que seja uma estação de tratamento de esgoto.  |
| 2        | De onde vem o esgoto tratado em uma ETE?   | Identificar a origem dos efluentes tratados em uma estação de tratamento de esgoto.   |
| 3        | Quais são os objetivos de uma ETE?   | Entender a finalidade de uma ETE.   |
| 4        | Quais são as etapas utilizadas por uma ETE no tratamento do esgoto?  | Reconhecer os caminhos percorridos pelo esgoto ao longo de seu tratamento.  |
| 5        | Descreva as ações realizadas em cada uma das etapas?   | Inteirar-se do papel de cada etapa na transformação dos efluentes em sua passagem pela ETE.   |
| 6        | Do ponto de vista biológico, quais seres vivos estão presentes no processo de tratamento de esgoto em uma ETE? | Saber quais são os microrganismos responsáveis pela depuração natural nos ambientes aquáticos.  |
| 7        | Quais são as funções realizadas pelos seres vivos no tratamento do esgoto em uma ETE?                          | Compreender o papel dos microrganismos no consumo e conseqüente transformação dos poluentes em material não poluidor.                     |
| 8        | O que ocorre com a matéria orgânica presente no esgoto durante seu tratamento?                                 | Informar-se dos processos biológicos responsáveis pela modificação da matéria orgânica poluidora em compostos inorgânicos não poluidores. |

O apêndice (C) apresenta orientações sobre as normas a serem seguidas com relação à escrita e a entrega da pesquisa. Aos docentes que utilizarem esta atividade sobre ETE, podem de acordo com sua conveniência e realidade, efetuar as adequações que julgarem necessárias tanto nas orientações (apêndice C) como nas perguntas disponibilizadas na tabela acima, desde que a finalidade desta fique preservada.

### 5.7.3 Terceira parte

Para finalizar a presente sequência, uma atividade prática sobre despoluição natural é proposta com os objetivos de propiciar aos participantes vivenciar o processo natural mediado por seres vivos microscópicos unicelulares ou pluricelulares, olhar esses microrganismos e acompanhar um processo de dinâmica populacional, contemplar as mudanças que ocorrem no odor, coloração e no pH da água ao longo de sua despoluição e conscientizar os estudantes a

respeito do tempo gasto pela natureza para responder a uma poluição e minimizar seus impactos.

Logo abaixo, disponibilizamos um roteiro como material que oriente o docente durante a realização da atividade.

#### **Materiais:**

- Aquário de vidro para simular um corpo d'água.
- Água potável ou mineral.
- Folhas secas ou úmidas de qualquer espécie vegetal que serão utilizadas como poluente.
- Fita para medição do pH.
- Aparelho celular dotado de câmera fotográfica e com a função de filmagem.
- Lente convergente presente em canetas apontadoras a laser.
- Caderno de campo, que pode ser improvisado no próprio caderno de sala de aula do estudante ou comprado um a parte.
- Tela de filó para tampar o aquário.

#### **Metodologia:**

Inicialmente o professor deverá realizar a montagem do experimento na presença dos estudantes, solicitando ou não a participação desses (fig. 32). Uma explicação sobre o que será trabalhado é recomendada. Logo após a montagem, fotos deverão ser tiradas, como exemplificado nas figuras 33 e 34.



Figura 32 - foto da montagem do experimento. Autor: Luis Phillipe Carvalhais Leal.

Realizada a montagem, o professor deverá organizar a sala de modo que pequenos grupos de 4 a 5 alunos no máximo sejam formados, propiciando que se familiarizem e acostumem com essa forma de trabalho, uma melhor organização da turma e menor número de relatórios a serem corrigidos. Um caderno de campo deve ser providenciado por cada grupo, ficando um estudante responsável pelo mesmo, porque nesse os alunos deverão anotar suas observações ao longo da realização da atividade. Caso não seja possível o uso do caderno de campo, basta um integrante de cada equipe separar algumas folhas no final do caderno de ciências ou biologia para tal fim. Finalizadas essas etapas, as seguintes perguntas devem ser realizadas pelo docente, e solicitado aos discentes que proponham hipóteses para respondê-las. Caso os alunos não estejam familiarizados em propor hipóteses ou nem saibam o que significa hipótese, uma preparação dos aprendizes deverá ser efetuada pelo educador.

Perguntas para a primeira hipótese: A cor da água sofrerá modificações? Quais tipos de modificações poderão ser observadas?

Perguntas referentes à segunda hipótese: Serão encontrados microrganismos na água poluída do aquário? Ocorrerá alguma alteração na quantidade e diversidade de microrganismos durante o tempo de execução da atividade? Quais alterações relacionadas à quantidade e diversidade iremos vivenciar?

Perguntas relacionadas à terceira hipótese: O odor da água poluída irá variar de intensidade? Quais variações poderão ser observadas?

Perguntas correspondentes à quarta hipótese: O valor do pH da água contaminada com folhas sofrerá mudanças? Quais mudanças ocorrerão?

Na primeira aula onde ocorre a montagem do experimento, os grupos munidos do caderno de campo, deverão anotar as perguntas caso sejam escritas no quadro ou cola-las se entregues em folha separada e escrever as respectivas hipóteses. Em seguida deverão fazer observações sobre a cor, odor e valor do pH. Para a medição do pH, sugerimos que o mesmo seja praticado pelo regente de sala de aula, pelo motivo de muitos estudantes não saberem manipular e ler a fita de medição. Aconselhamos que o docente também faça suas observações e anote-as em seu caderno de campo, para certificar a veracidade das informações que deverão constar nos relatórios a serem entregues por cada grupo ao final.

A visualização dos microrganismos ocorrerá com o uso do aparelho celular, lâmina e uma lente convergente acoplada à sua câmera traseira, como ilustrado a seguir (fig. 33). Características como quantidade (muita ou pouca) e diversidade (elevada ou baixa) devem ser observadas e escritas no caderno de campo. Aconselhamos que filmagens curtas dos

organismos microscópicos sejam feitas, facilitando a comparação dessas características semanalmente, que também deve ter seu registro no caderno de campo.

A visualização de seres vivos microscópicos deverá ser iniciada na semana seguinte a montagem. No experimento realizado anteriormente a essa proposta de sequência didática, no sétimo dia após o início da atividade não foram visualizados microrganismos, necessitando o professor colonizar o experimento com uma água contendo os mesmos, assim na semana posterior, os mesmos começaram a aparecer. Caso seja necessário, transcorrido sete dias do início da atividade, uma adição de água contendo organismos unicelulares e pluricelulares deverá ser providenciada. Para manter o nível da água no experimento, o professor poderá continuar a utilizar água mineral ou água potável da torneira, mas nesse caso a mesma deve ser deixada em repouso por 24 horas em um balde para que o cloro presente evapore.

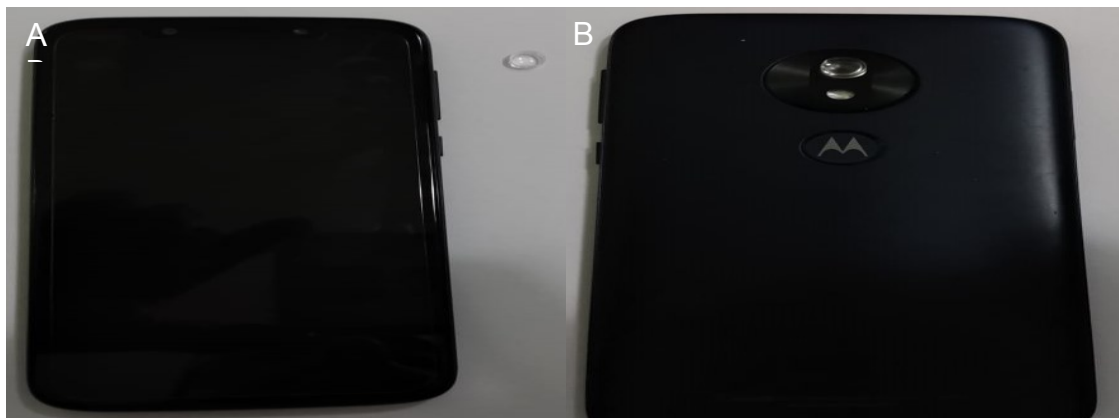


Figura 33 – (A) foto aparelho celular e lente convergente, (B) lente convergente acoplada à câmera traseira. Autor: Luis Phillipe Carvalhais Leal.

Uma vez por semana, os integrantes de cada grupo sob a supervisão do docente devem executar e anotar as análises da cor, odor e pH, e ver os microrganismos. Captura de imagens do aquário e da fita de pH utilizada, deve ser realizada, como exemplificado na figura 34. Uma discussão sobre a dinâmica populacional que será vivenciada e o tempo gasto na despoluição natural, deverá ser estimulada e dirigida pelo docente durante a aula, cabendo ao mesmo determinar o melhor momento.

Como grupo controle do experimento, sugerimos que um segundo recipiente seja providenciado e a ele adicionado o mesmo tipo de poluente usado, mas que não seja acrescentada água com microrganismos, mas somente a água potável ou mineral. Para manter a quantidade de água em ambos (controle e experimento), aconselhamos o uso de água mineral ou da própria água potável fornecida pela companhia de saneamento básico, lembrando que essa deve ser deixada descansando de um dia para o outro em um balde, por



exemplo, para que cloro saia por evaporação. As observações e anotações sobre cor, odor, pH e presença de microrganismos, deverão também ser realizadas para o grupo controle pelos estudantes e professor.



Figura 34 - prancha 3 - (A) foto do primeiro mês; (B) foto do segundo mês; (C) foto do terceiro mês; (D) foto do sexto mês; (E) foto do oitavo mês; (F) foto do nono mês.

A seguir, a imagem do aparato utilizado como suporte para lâmina utilizada na observação dos microrganismos (fig. 35).

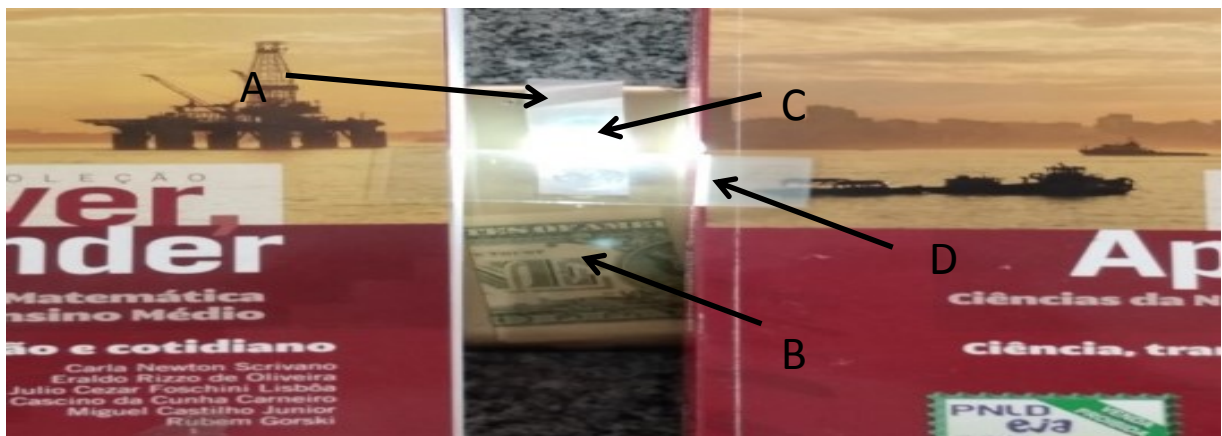


Figura 35 – Foto do aparato formado por dois livros didáticos de cada lado que suportam a lâmina. É possível visualizar o papel de seda (A), um celular (B) logo abaixo dos livros, o flash do celular (C) e a lâmina (D).. Autor: Luis Phillipe Carvalhais Leal.

O tempo gasto na realização da atividade é relativamente longo, aproximadamente 9 meses. Com esse tempo foi possível obter resultados satisfatórios nas mudanças de cor e na dinâmica populacional.

Para finalizar o trabalho desenvolvido, sugerimos que um relatório seja cobrado de cada grupo, constando todas as informações coletas pelos mesmos ao longo do

desenvolvimento da prática. O apêndice (D) encontra-se disponível como um exemplo de orientação para a elaboração dos relatórios pelos grupos.

Assim como na primeira e segunda parte, aqui o profissional poderá executar as modificações que julgar necessárias, desde que o viés investigativo da atividade não seja perdido.

## 6 DISCUSSÃO

As atividades desenvolvidas para este TCM nas aulas de biologia, devido a seus objetivos encontram-se amparadas pela CF/88, que em seu artigo 225, inciso VI, parágrafo 1º, trata do direito resguardado da oferta da educação ambiental a qualquer cidadão, pelo poder público, em todos os níveis de ensino, bem como seu direito de ter um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Além da CF/88, as leis e diretrizes que asseguram tal tema, são: LDB de 1996 que assegura nos currículos do ensino fundamental e médio o conhecimento do mundo físico e natural, lei 6.938 de 1981 que aborda a capacitação ativa do indivíduo em defesa do meio ambiente, lei 9.795 de 1999 que apresenta a PNEA como um componente essencial e permanente a todos os níveis de ensino e modalidade e a EA para estimular a participação coletiva e responsável na preservação do equilíbrio ambiental, as diretrizes curriculares nacionais que garantem a criação de conhecimentos para que tenhamos uma relação responsável com o meio ambiente e o PCN onde a construção do olhar sobre o mundo deve possibilitar o entendimento do ambiente como um resultado das interações entre o fatores bióticos e abióticos, cita como objetivo da biologia a vida em toda sua diversidade de manifestações e discorre sobre competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes no estudo da biologia.

A primeira atividade prática, embora não tenha utilizado diretamente os organismos unicelulares e pluricelulares microscópicos, propiciou o estudo da despoluição com o uso da diluição como uma ponte facilitadora, ao correlacionar a redução dos poluentes mediada pelos microrganismos com o clareamento do poluente, café preparado, via substituição desses por água limpa. Particularidades de caráter investigativo são presentes nesta atividade como orientação, conceitualização, investigação, conclusão (SCARPA & CAMPOS, 2018). Um aspecto importante de ser esclarecido é o cuidado que o docente deve ter em explicar que na natureza a redução da matéria orgânica mediada pelos microrganismos não é uma diluição, mas o clareamento proporcionado pela decomposição se assemelha a diluição utilizada, visto que ao diluir apenas a concentração decai, mas a quantidade de material permanece a mesma, evitando assim a formação por parte dos discentes de conceitos errôneos.

A segunda atividade prática permitiu aos alunos observarem ao celular alguns exemplares de organismos vivos de dimensões reduzidas, os microrganismos (CANDIDO,

2009), como os protozoários e micrometazoários que trabalham no processo de tratamento biológico de efluentes por lodo ativado, como também vivenciarem o processo de despoluição natural observando as variações na cor e odor da água poluída, evidências da atuação de fungos e bactérias, organismos igualmente utilizados no tratamento por lodos ativados (BENTO et al, 2005). As características de uma atividade investigativa encontram-se presentes, devido à formulação de hipóteses, a coleta e análise de dados e uma comparação dos resultados obtidos com as hipóteses inicialmente propostas e por fim a construção uma conclusão (PCN, 2000; PEDASTE, 2015).

A pesquisa sobre a estação de tratamento de esgoto, não apresentou nenhum aspecto investigativo, mas sim um caráter de atividade para a obtenção de informações a respeito do uso de seres vivos microscópicos unicelulares e pluricelulares na limpeza do esgoto, dos papéis realizados por eles, da finalidade de uma ETE, da origem do esgoto que é tratado, de reconhecer o caminho que o esgoto percorre ao ser limpo, das transformações sofridas pelos poluentes e aprofundamento de conhecimentos pré-existentes sobre o tratamento do esgoto. Esta etapa foi de fundamental importância para viabilizar uma maior compreensão da importante atuação dos microrganismos na retirada de poluentes da água que assegura uma sadia qualidade de vida e um meio ambiente mais equilibrado (CF/88), e de possibilitar uma exemplificação da relação que ocorre entre os componentes vivos e não vivos (PCN, 2000) na natureza.

As práticas 1 e 2 fogem das características reprodutoras responsáveis pelos fracassos dos discentes e evasão escolar (QUEIROZ, 2006) e das aulas tradicionais, comuns e desmotivadoras, cujo papel dos alunos é o de apenas ouvir a e anotar durante as aulas, por terem características investigativas (MUNFORD & LIMA, 2007), a motivação e interesse dos alunos era perceptível devido a participação ativa dos mesmos principalmente na segunda prática. Proporcionaram a construção do conhecimento ao colocar os discentes em interação com objetos e fenômeno (SCARPA & CAMPOS, 2018), a água poluída com folhas e café, microrganismos unicelulares e pluricelulares, o processo de diluição e o fenômeno da despoluição.

O tempo destinado para a execução das duas atividades práticas, 45 minutos/aula, consistiu em um fator limitante para a realização de discussões mais abrangentes sobre os assuntos abordados a cada encontro, além de dificultar a realização das práticas e uma participação mais efetivas dos estudantes nas mesmas, porque não permitia a possibilidade de fazer variações concomitantes aos procedimentos que eram desenvolvidos, a partir de ideias

que surgiam nas conversas mediadas pelo docente a cada aula, e muito menos vencer possíveis imprevistos caso ocorressem. A sequência didática apresentada como produto, por ser constituída pelas três atividades que estruturam o TCM, apresenta assim como essas as seguintes possibilidades de utilização no ensino regular e na Educação de Jovens e Adultos. A primeira prática, uma integração com outras disciplinas do ensino médio regular ao longo de seu desenvolvimento sendo elas matemática, química e língua portuguesa é aplicável.

A área Matemática e suas Tecnologias, por meio de suas competências específicas permite aos alunos o uso de conceitos e procedimentos aritméticos além da utilização de diferentes registros de representação matemática (BNCC, 2017), como no emprego do cálculo da quantidade do poluente restante, a organização desses dados na tabela e a apresentação na forma de gráficos.

A química no estudo da diluição e mistura, porque possibilita a análise de situações-problemas com o uso de procedimentos e linguagens próprias das Ciências da Natureza (BNCC, 2017), o que compete também à biologia.

A língua portuguesa pela elaboração das respostas de cada item presente no roteiro entregue aos alunos, o que exige dos estudantes compreensão e mobilização da linguagem verbal na produção do discurso (BNCC, 2017), competências específicas da área de Linguagens e suas Tecnologias.

A pesquisa é perfeitamente cabível para a disciplina de ciências no ensino fundamental, regular e EJA, do 6º ao 9º ano, quanto para a disciplina de biologia no ensino médio regular e EJA, graças aos objetivos de cada pergunta que a norteiam. A segunda prática apresenta perfil para ser trabalhada no ensino fundamental do 6º ao 9º ano regular e EJA, na disciplina de ciências, durante a abordagem de temas como bactérias, fungos, protozoários e animais, poluição de ambientes aquáticos e tratamento do esgoto, pertencendo os dois últimos ao eixo temático meio ambiente. No ensino médio pode ser trabalhada na modalidade regular e na Educação de Jovens e Adultos quando da abordagem dos reinos Monera, Fungi, Protocista e Animal, propiciando aos discentes a oportunidade de conhecer uma pluralidade de seres vivos e assim as formas de vida em sua diversidade e a interação dos fatores bióticos com abióticos (PCN, 2000), na figura dos microrganismos e poluentes respectivamente.

Outra possibilidade é a sua inclusão no momento da abordagem de assuntos relacionados ao saneamento básico, na intenção de fornecer dados e assim possibilitar aos estudantes a oportunidade de elaborar argumentos para a criação de uma consciência

socioambiental (BNCC, 2017). Para o estudo de dinâmica populacional na ecologia a presente prática é aplicável, porque oportuniza a observação de um fenômeno natural (BNCC, 2017). Um trabalho interdisciplinar com a química pode ser realizado utilizando os valores de pH que foram obtidos, como eixo norteador. A ordem pela qual as atividades que compõem a sequência didática serão realizadas fica a cargo do professor que for utiliza-la, porque essas não são pré-requisitos umas das outras para ocorrerem.

Com relação à sequência didática, as três observações que se seguem são pertinentes: (1) A primeira é com relação ao uso da diluição em sua primeira parte, que pode trazer alguma confusão no entendimento do processo de decomposição realizado pelos organismos microscópicos ou até mesmo uma construção equivocada de conceitos pelos estudantes. Cabe assim ao professor uma atenção especial durante a abordagem desse paralelo, onde deve deixar claro que são processos distintos, mas que se assemelham porque possibilitam um clareamento da água. Na diluição é o principal efeito. Na decomposição constitui o efeito secundário; resultante da diminuição da matéria orgânica; (2) A segunda observação é o tempo de duração das atividades que compõem a terceira parte da sequência. Devido o material utilizado em sua elaboração - folhas de mangueira - ser muito lignificado e de difícil decomposição, foi proposto um período de 9 meses para a execução. Caso não tenha todo esse tempo para o desenvolvimento da sequência didática, uma sugestão é substituição por material menos lignificado, como a alfaca, que conseqüentemente será decomposta mais rapidamente; (3) Uma terceira observação é que caso o material utilizado seja o sugerido, o tempo longo de duração permitirá ao professor trabalhar diferentes conteúdos que abordam a diversidade dos seres vivos microscópicos, com o mesmo experimento, à medida que estes grupos são trabalhados no decorrer do ano letivo.

Os resultados obtidos com a pesquisa e atividades desenvolvidas, associadas às respostas dos questionários, mostram que houve aprendizado, em alguns casos um aumento, por parte dos alunos com relação ao papel dos microrganismos na redução da carga de poluentes nas águas, a construção de uma consciência socioambiental no que se refere à resposta dada pela natureza para remediar as perturbações causadas pela poluição, os tipos de perturbações causadas, o tempo gasto nessa remediação e medidas que podem ser tomadas para evitar a poluição das águas.

A visita técnica a uma ETE foi proposta como a última atividade a ser desenvolvida com os participantes, de culminância do estudo desenvolvido, cujos objetivos seriam o de conhecer seu funcionamento, de propiciar um aprendizado na prática da ação dos

microrganismos na depuração dos poluentes, de entender todo o processo de limpeza do esgoto desde a sua entrada até a saída e de fornecer informações para a construção de um senso crítico sobre os prejuízos causados ao meio ambiente da eliminação de poluentes sem tratamento prévio e de uma preservação ambiental. O motivo pelo qual não conseguimos realizar esta etapa foi a dificuldade financeira dos alunos em arcar com os custos do passeio que incluiria transporte e alimentação, devido a grande maioria ser de baixa renda e muitos ainda estarem desempregados ou serem as únicas fontes de renda de suas casas. A ausência desta atividade, não trouxe prejuízo aos alunos, comprovado pelos resultados alcançados, uma vez que ela foi substituída pela oferta de um link com um vídeo sobre o funcionamento de uma ETE.

## 7 CONCLUSÃO

O questionário pré-atividade 1 forneceu informações sobre o saber prévio dos alunos com relação ao processo de despoluição natural das águas. O pós-atividade 2, mostra que ocorreu ganho, consolidação e uma diminuição das defasagens de conhecimento relativas a purificação da água, e alerta para o fato de que o assunto, formas de poluir a água, merece um olhar mais carinhoso ao ser abordado.

As práticas cumpriram seu papel de possibilitar o estudo da despoluição das águas. A primeira uma adaptação de uma atividade voltada ao estudo da matemática, na qual foi utilizada a diluição, e, a segunda ao empregar os microrganismos unicelulares e pluricelulares em uma simulação de saneamento natural, oportunizou aos discentes observar e vivenciar na prática o papel realizado por esses seres vivos e as alterações que ocorrem na cor e odor da água naturalmente ao longo desse processo. Apresentaram natureza investigativa, tornaram o estudo da depuração das águas mais interessante e atrativo, com os recursos humanos e materiais disponíveis e sem tentar imitar a ciência desenvolvida nas instituições de pesquisa.

A pesquisa sobre a estação de tratamento de esgoto proporcionou aquisição de conhecimento sobre o funcionamento de uma ETE, as etapas de tratamento do esgoto, o caminho percorrido pelo esgoto no seu tratamento, o papel dos seres vivos microscópicos unicelulares e pluricelulares no saneamento dos efluentes e de sua importância para a saúde humana e o meio ambiente.

A impossibilidade da realização da visita a uma ETE não influenciou negativamente e nem atrapalhou o aprendizado dos alunos. A consequência foi a perda da oportunidade de verem, na prática, a ação dos organismos microscópicos na limpeza do esgoto.

Os resultados obtidos com as respostas aos questionários confirmam a eficácia das atividades desenvolvidas com os alunos.

A sequência didática construída a partir das atividades desenvolvidas neste TCM possibilita o estudo da despoluição natural das águas na disciplina de ciências no ensino fundamental do 6º ao 9º ano e na de biologia no ensino médio regular e EJA, podendo ser trabalhada de forma interdisciplinar com as disciplinas de química, matemática e língua portuguesa.

Desenvolveu nos participantes o estímulo ao senso crítico, à argumentação e a discussão a respeito do papel fundamental que os organismos microscópicos formados por



uma ou várias células realizam na depuração das substancias poluidoras nos corpos d'água e na preservação dos ambientes naturais.

## 8 REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. T. (2011). **Percursos Históricos de Ensinar Ciências Através de Atividades Investigativas**. Ensaio, 121-138.

BELTRAME, Thiago Favarini; LHAMBY, Andressa Rocha; BELTRAME, Alex. Efluentes, Resíduos Sólidos e Educação Ambiental: Uma Discussão Sobre o Tema. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria - RS, v. 20, n. 1, p. 351-362, jan./abr. 2016.

BANCHI, H., Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. **Science and Children**, 26-29.

BENTO, A. P; et. al. Caracterização da Microfauna em Estação de Tratamento de Esgotos do Tipo Lodos Ativadas: Um Instrumento de Avaliação e Controle do Processo. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 329-338. 2005.

BRASIL.[Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil [recurso eletrônico]**. -- BRASÍLIA : Supremo Tribunal Federal, Secretaria de Documentação, 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024 : Linha de Base**. – Brasília, DF : Inep, 2015.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Edição Atualizada até Março de 2017, Brasília - DF, 2017.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**, Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Brasília – DF, 1999.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente**, Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Edição. Edição Atualizada até Setembro de 2010, Brasília – DF, 2010.

CÂNDIDO, Alexandre Luna; TUNON, Gabriel Isaias Lee; CARNEIRO, Maria Regina Pires. **Microbiologia Geral**. São Cristovão - SE: Universidade Federal de Sergipe/Cesad, 2009. 24p.

CARVALHO, A. M. P. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A.M.P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação – Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning.

CORVALÁN Videla, M. E., Taboada, M. d., & Julieta N. Aranibar,. (7 de diciembre de 2018). **Diversidad de cianobacterias en costras biológicas de suelo de la ecorregión del Monte Central (Mensoza, Argentina)**. pp. 40-46.

DEBOER, G. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In Flick, L.B., Lederman, N.G (Eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education**. Dordrecht: Springer, pp. 17-35.

DEWEY, JOHN. **Experiência e Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 2010.

DRIVER, R., H. ASOKO, et al. (1999). "Construindo Conhecimento Científico na Sala de Aula." *Revista Química Nova na Escola*, 1(9). 31-40.

FEITOSA, J. et al. Isolamento de Microrganismos Degradadores de Compostos Lipídicos de Origem Vegetal de Amostras de Águas da Barragem do Passaúna, Situada no Município de Araucária, Paraná. **Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, referente ao Estágio em Patologia Básica, na área de Microbiologia**, Curitiba - PR, 2002

FERREIRA, W. F. C., SOUSA, J.C.F. E LIMA, N. (2010). **Microbiologia**. Lisboa: LIDEL

GOETTEMS, Everton; HEMKEMEIER, Marcelo. Reator em Batelada Sequencial (RBS) para Tratamento de Águas Residuárias Contendo Óleos Emulsificados. **Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, como Parte dos**

**Requisitos Exigidos para Obtenção do Título de Engenheiro Ambiental, Passo Fundo - RS, 2012.**

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular. BNCC.** MEC, Brasília - DF, 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental.** Conselho Nacional de Educação, Resolução nº 2, Brasília - DF, 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Secretaria da Educação Básica/Média e Tecnológica. MEC/SEMT, Brasília - DF, 2000.

HODSON, D. Learning science, learning about science, doing science: **different goals demand different learning methods.** International Journal of Science Education, v.36,n.15, p.2534-53, 2014.

IZIDORO, Gabriela da Silva Lourelli et al (Ed.). **A Influência do Estado Nutricional no Desempenho Escolar.** Rev. Cefac, Belo Horizonte, 16(5): p.1541-1547, set. /out. 2014.

JULIANA FERREIRA SOARES, R. I. (2014). **Caracterização do Floco Biológico e da Microfauna em Sistema de Lodos Ativado.** Ciência e Natura, Santa Maria, UFSM, 001-010.

KANG, J.; KEINONEN, T. The Effect of Student-Centered Approaches on Students' Interest and Achievement in Science: **Relevant Topic-Based, Open and Guided Inquiry-Based, and Discussion-Based Approaches.** Research in Science Education, v.48, n.4, 2018.

MONTEIRO, M. A. A., & TEIXEIRA, O. P. B. (2004). O ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental: **Um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula.** *Investigações em Ensino de Ciências*, 9(1), 7-25.

MUNFORD, D., & LIMA, M. E. (2007). **Ensinar Ciências Por Investigação: Em Quê Estamos De Acordo?** Revista Ensaio, 89-111.

PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L. A., JONG, T. D., RIESEN, S. A., KAMP, E. T., ET AL. (2015). **Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle.** Educational Research Review, 47-61.

PEZZI, F. A., & MARIN, A. H. (2017). **Fracasso Escolar na Educação Básica:Revisão Sistemática da Literatura.** *Trends in Psychology / Temas em Psicologia*, 1-15.

POLONIO, Lorrayne Bernegossi; PONSANO, Elisa Helena Giglio. Biomassa de *Rubrivivax gelatinosus* como Suplemento de Rações para Galinhas Poedeiras. **Dissertação de Mestrado Apresentada à Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Araçatuba, Araçatuba - SP, 2007.**

QUEIROZ, L. D. (2006). **Um Estudo Sobre a Evasão Escolar: Para Se Pensar Na inclusão Escolar.** Revista Brasileira Estudos Pedagógicos.

SASSERON, L. H., & CARVALHO, A. M. (2011). **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.** *Investigações em Ensino de Ciências*, 59-77.

SCARPA, D. L., & Cardoso, M. (5-8 de SEPTIEMBRE de 2017). X Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias. **Identificação De Elementos Do Ensino De Ciências Por Investigação Em Aulas De Professores Em Formação Inicial.** Sevilla, Espanha.

SCARPA, D. L., & CAMPOS, N. F. (2018). **Potencialidades Do Ensino De Biologia Por Investigação.** *Estudos Avançados*, 25-41.

STREBLE, Heinz; KRAUTER, Dieter. **Atlas de Los Microorganismos de Agua Dulce: La vida en Una Gota de Agua.** Barcelona - Espanha: Ediciones omega, 1987. 357 p.

VEIGA, Graziela; RIGO, Mauricio; BASTOS, Reinaldo Gaspar. Cultivo da Cianobactéria

Aphanothece sp. em Meio Heterotrófico visando a Aplicação em Tratamento de Águas Residuárias. **Universidade Estadual do Centro-Oeste/Departamento de Engenharia de Alimentos**, Guarapuava – PR, 2008.

WAYNE Melville, X. F. (2008). Experience and Reflection: Preservice Science Teachers' Capacity for Teaching Inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, 477 - 494.

## 9 APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário pré-atividade 1



Mestrado Profissional no ensino de Biologia/ Universidade Federal de Minas Gerais.

Mestrando: Luis Phillippe Carvalhais Leal.

Orientador: Prof. Dr Alfredo Hannemann Wieloch.Série: 1º ano do ensino médio / EJA

Turno: Noite.

Disciplina: Biologia.

Assunto: Despoluição das águas.

Atividade: Questionário pré-atividade 1:

Turma: A ( ) ou B( ).

Instruções:

A – Responder os itens abaixo a lápis ou a caneta azul ou preta.

B- Não é necessário colocar seu nome.

C– Marcar com um (x) a turma a qual pertence.

D - Assim que terminar de responder, favor entregar ao professor.

Item (1) Para você o que é poluição das águas?

Item (2) No seu entendimento o que são poluentes? Escreva dois exemplos.

Item (3) No seu entendimento como as águas podem ser poluídas?

Item (4) O que ocorre com os poluentes durante a despoluição natural das águas?

Item (5) A água uma vez poluída pode um dia voltar a ser utilizada para o consumo humano?

Item (6) O que você entende por despoluição das águas?

Item (7) Na natureza para você, como ocorre a despoluição natural das águas?

Item (8) Quais atitudes podem ser tomadas pela população para evitar a poluição das águas?

Item (9) A despoluição das águas é apenas natural ou pode ser realizada pelo ser humano?



## APÊNDICE B – Modelo experimental para trabalhar o processo de depuração natural dos poluentes em corpos d’água utilizando a diluição.



Roteiro de aula prática.

### PRÁTICA LABORATORIAL DE BIOLOGIA

Modelo experimental para trabalhar o processo de depuração natural dos poluentes em corpos d’água utilizando a diluição.

Nome: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Turma: A e B.

Série: 1º ano do ensino médio / EJA.

Objetivos:

- Simular e discutir o processo de depuração natural das águas.
- Analisar os dados gerados a partir de um modelo experimental.
- Estimular uma visão aceitável da natureza da ciência.
- Levantar hipóteses sobre o experimento que será realizado.
- Elaborar conclusões a partir das observações e dados disponíveis.
- Utilizar diferentes formas de linguagens para explicar e analisar os dados obtidos.
- Usar a diluição para o entendimento da despoluição.

Materiais:

Os materiais que serão utilizados nesta aula são:

- Garrafa Pet de 2L com volume superior a 2,0L.
- Copo plástico de 200 ml.
- Água limpa.
- Café.
- Recipiente para descarte de água.
- Datashow e imagens do experimento.

Procedimentos:

1º momento:

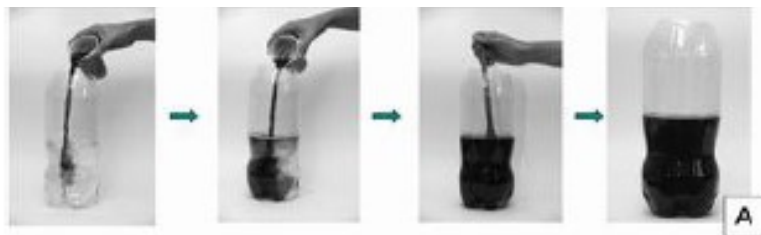
- Explicação do experimento que será desenvolvido.
- Levantamento da seguinte pergunta aos estudantes: a quantidade de poluente na garrafa que representa a lagoa poluída sofrerá alguma alteração?

2º momento:

- Proposição de hipóteses para este experimento.
- Execução do experimento seguindo ao tutorial abaixo.
- Anotar suas observações durante o desenvolvimento do experimento.

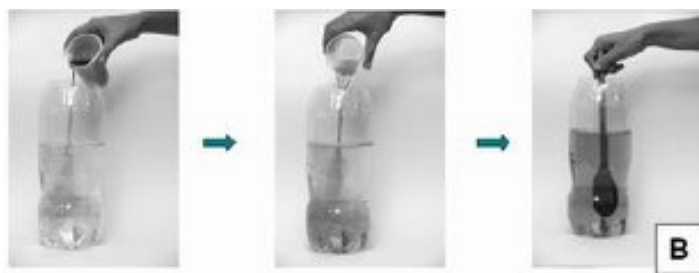
### 1) Preparo do poluente na garrafa (A).

Pegue um dos vasilhames transparentes e despeje nele um litro de água. Depois acrescente 200 ml de café preparado e misture bem. Deixe separado. Este é o poluente.



### 2) Construindo um lago modelo na garrafa (B).

Para simular o processo de poluição do lago, pegue o vasilhame (B) vazio e despeje nele nove copos (200 ml cada) de água limpa. Pegue um copo de poluente (vasilhame A) e acrescente ao mesmo vasilhame (B) que contém a água limpa. Misture bem e reserve!



### 3) Desenvolvimento do experimento.

Agora que já temos um lago poluído, o processo será realizado da seguinte maneira: Remova dois copos de água (200 ml) do lago modelo (garrafa B) e descarte no recipiente vazio (aquele que é reservado para descarte de água usada). Na garrafa (B) acrescente dois copos de água límpida (200 ml).



Anotações:

1) Escreva no quadro abaixo sua(s) hipótese(s) para o experimento.

2) O que aconteceu com a tonalidade do líquido da garrafa (B) no decorrer do experimento? Explique.

3) Qual relação pode ser feita entre a alteração na tonalidade do líquido da garrafa (B) com o processo de depuração realizado pelos microrganismos que ocorre naturalmente nos corpos d'água?

4) Sua (s) hipótese(s) foi (ram) confirmada (s) ou negada (s) por este experimento?

3º e 4º momentos:

- Registrar os dados na tabela abaixo.
- Propor formas de apresentar os dados obtidos.

Tabela:

| Número de trocas de água. | Quantidade de poluição na garrafa (B) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1                         |                                       |
| 2                         |                                       |
| 3                         |                                       |
| 4                         |                                       |
| 5                         |                                       |
| 6                         |                                       |

Para calcular a quantidade poluente na garrafa (B) após cada troca, deverá ser utilizada a seguinte equação:

$$Y = (4/5)^{x-1} \times 200$$

(x) é o número de trocas de água.

(y) é a quantidade de poluente na garrafa (b).

5) Qual (is) conclusão (ões) você retira deste experimento?

|  |
|--|
|  |
|--|

## APÊNDICE C – Roteiro para elaboração da pesquisa sobre estação de tratamento de esgoto.



### ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DA PESQUISA SOBRE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Professor: Luis Phillipe Carvalhais Leal

Disciplina: biologia.

Turmas: A e B .

Série: 1º ano do ensino médio / EJA

#### Instruções:

- A pesquisa deverá ser entregue em folha separada, manuscrito a caneta azul ou preta, podendo ser utilizado folha A4, de fichário ou papel almaço. No caso dos alunos que se organizaram em grupo, deverá ser entregue apenas um relatório pelo grupo.
- Capa contendo título, nome do aluno ou dos integrantes do grupo, número da turma e série.
- O trabalho terá de possuir as perguntas escritas no quadro e suas respectivas respostas, podendo o aluno ou o grupo optar pela melhor forma de organização, ou seja, podendo alternar pergunta com resposta ou apresentar todas as perguntas primeiro e em seguida as respectivas respostas. As perguntas e respostas não deverão obrigatoriamente estar ordenadas respeitando sua sequência numérica.
- Como ferramenta de consulta, poderão acessar um vídeo sobre o funcionamento de uma ETE, no link abaixo:  
<https://www.youtube.com/watch?v=OVD7z3kciYc>
- A escolha das fontes de pesquisa fica a critério do aluno ou grupo, sendo obrigatório informar a mesma no tópico referências, que deverá ser último presente na parte escrita a ser entregue.
- Prazo para entrega: duas semanas.
- Valor: 15,00 pontos.

## **APÊNDICE D – Roteiro para elaboração do relatório atividade prática 2 – despoluição natural das águas.**



### **ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO ATIVIDADE PRÁTICA 2- DESPOLUIÇÃO NATURAL DAS ÁGUAS.**

Professor: Luis Phillipe Carvalhais Leal

Disciplina: biologia.

Turmas: A e B.

Série: 2º ano do ensino médio / EJA

#### Instruções:

- Deverá ser entregue em folha separada e manuscrito. No caso dos alunos que se organizaram em grupo, deverá ser entregue apenas um relatório pelo grupo.
- Deve conter:
  - 1) Capa digitada ou manuscrita contendo título, nome do aluno ou dos integrantes do grupo, número da turma e série.
  - 2) As Hipóteses: escrever as duas hipóteses que foram solicitadas na primeira aula desta atividade prática.
  - 3) O Relato das aulas realizadas, apresentando o surgimento, quantidade e diversidade dos microrganismos visualizados; à mudança de cor e alterações do cheiro da água durante o tempo de realização da prática.
  - 4) A comparação das hipóteses formuladas com os dados e resultados obtidos: relatar se suas hipóteses foram confirmadas ou não.
  - 5) Elaboração de uma conclusão: descreva com suas palavras o seu entendimento sobre o experimento.
  - 6) Observação: o relatório deve conter as respostas sobre as três perguntas levantadas durante uma das aulas no laboratório de ciências.
- Prazo para entrega: duas semanas.
- Valor: 10,00 pontos.

**APÊNDICE E – Questionário pós-atividade 2**

Mestrado Profissional no ensino de Biologia/ Universidade Federal de Minas Gerais.

Mestrando: Luis Phillippe Carvalhais Leal.

Orientador: Prof. Dr Alfredo Hannemann Wieloch

Série: 2º ano do ensino médio / EJA

Turno: Noite.

Disciplina: Biologia.

Assunto: Despoluição das águas.

Atividade: Questionário pós-atividade 2:

Turma: A ( ) ou B( ).

Instruções:

A – Responder os itens abaixo a lápis ou a caneta azul ou preta.

B- Não é necessário colocar seu nome.

C– Marcar com um (x) a turma a qual pertence.

D - Assim que terminar de responder, favor entregar ao professor.

Item (1) De acordo com seus conhecimentos o que significa poluição das águas?

|  |
|--|
|  |
|--|

Item (2) Para você o que são substâncias poluidoras das águas? Escreva dois exemplos.

|  |
|--|
|  |
|--|

Item (3) Em sua opinião quais são as formas de se poluir as águas?

|  |
|--|
|  |
|--|

Item (4) Durante o processo de despoluição natural das águas, o que acontece com as substâncias que as poluem?

Item (5) Uma vez poluída, a água poderá apresentar futuramente condições de ser consumida novamente pelos humanos?

Item (6) Quando você lê ou escuta a expressão “despoluição das águas”, qual é o seu entendimento?

Item (7) No meio ambiente, como as águas são naturalmente despoluídas?

Item (8) Como os seres humanos podem evitar que as água do nosso planeta sejam poluídas?

Item (9) A retirada das substâncias poluidoras das águas ocorre: apenas de forma natural, apenas através da ação humana, ou de forma natural em conjunto com a ação humana?



**APÊNDICE F – Termo de assentimento livre e esclarecido do (s) estudante (s)****TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO (S) ESTUDANTE (S)**

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2019.

Prezados alunos,

Eu professor mestrando Luis Phillipe Carvalhais Leal e o professor Dr. Alfredo Hannemann Wieloch, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) convidamos e propomos sua participação na pesquisa denominada “Microrganismos como agentes de despoluição das águas”.

Esclarecemos que objetivo principal dessa pesquisa é a elaboração de materiais didáticos, atividades experimentais e diversas, que estimulem a investigação por parte dos alunos e que os tornem protagonista no processo ensino-aprendizagem, permitindo um aprendizado significativo.

Salientamos que o programa do Mestrado profissional do Ensino de Biologia (ProfBio), ao qual pertencemos, propõe uma abordagem de ensino e aprendizagem que consiste no desenvolvimento de atividades que favoreçam o ensino de biologia por investigação e que possibilite aos estudantes um papel protagonista no decorrer de sua vida estudantil. É uma maneira de ensinar aos alunos os conteúdos propostos pelos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e o CBC (Currículo Básico Comum) documentos norteadores para o ensino de biologia na rede pública estadual de Minas Gerais. Ressaltamos a importância dessa pesquisa para a aproximação do método científico utilizado pelos cientistas com as metodologias usadas pelos docentes em sala de aula, para que ocorra o desenvolvimento do senso crítico e da argumentação dos alunos, para que os mesmos sejam personagens ativos e transformadores em seus ambientes sociais.

Desejamos que os alunos sejam protagonistas de seus aprendizados e que o professor colabore com o desenvolvimento crítico e reflexivo desses no papel de cidadãos. Para isso, o mestrando Luis Phillipe Carvalhais Leal, em parceria com o (a) professor orientador, desenvolverá um projeto educacional na área de educação ambiental formado pelas seguintes partes: introdução com o conteúdo curricular a ser trabalhado, justificativas (por quês?), objetivos (necessidades a alcançar), aulas e atividades (o que fazer?), estratégias (como fazer?), avaliação, resultados (produtos e encaminhamentos) e cronograma das atividades.

Informamos que na pesquisa utilizaremos atividades que envolvam os conteúdos voltados à educação ambiental, destinados ao ensino médio EJA (Educação de Jovens e Adultos) previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Biologia, na lei 9.795/1999 regulamentada pelo decreto 4.281/2002 que instituem a Política Nacional da Educação Ambiental e na lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em seu artigo 37, referente à EJA.

Esclarecemos que os conteúdos das aulas serão elaborados de forma conjunta entre o professor orientador e o professor mestrando. Estimamos que o tempo destinado à realização da pesquisa compreenda todo o primeiro semestre do ano letivo de 2019, podendo ser finalizada antes ou depois desse prazo. Esta estimativa foi feita com base na idealização de que as atividades seguirão o planejamento anual do professor mestrando, contando com possíveis paralisações e greves que possam ocorrer e a escola aderir e levando em consideração o ritmo e tempo dos alunos do ensino médio EJA.

Anunciamos a escolha da escola estadual Paulo das Graças da Silva como local onde ocorrerá o estudo, porque o professor mestrando é funcionário efetivo.

Comunicamos que as aulas ocorrerão na escola estadual Paulo das Graças da Silva sob a responsabilidade do professor mestrando, buscando então, articular o ensino, a aprendizagem, a participação coletiva por meio da investigação, realização de atividades inerentes às etapas da pesquisa e produção do conhecimento, ressaltando a interação entre os alunos e o (a) professor (a). Vamos respeitar o ritmo dos alunos para dar como finalizado o conteúdo trabalhado.

Informamos que durante a realização da pesquisa, além da observação, as aulas serão registradas num diário de campo do pesquisador, nos relatórios produzidos pelos alunos, por meio de fotos e gravação em áudio e vídeo. Para a garantia das normas do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP/UFMG), garantimos que as fotos e vídeos não serão divulgados e os dados coletados serão confidenciais e quando utilizados, serão unicamente para fins dessa pesquisa, podendo ser divulgados em congressos, simpósios, seminários, revistas, livros e na dissertação de Mestrado do pesquisador Luis Phillipe Carvalhais Leal.

Garantimos que sua identidade como participante ficará preservada, porque na divulgação dos dados obtidos não serão utilizados os nomes dos estudantes, e sim o número das turmas. O material coletado será arquivado sob a guarda do pesquisador Luis Phillipe Carvalhais Leal por um tempo de até 05 (cinco) anos e, posteriormente, será destruído.

Informamos que este estudo não terá nenhum custo para você, aluno. Explicamos que se trata de uma pesquisa e pedimos a todos que assinem, por livre e espontânea vontade, o Termo de Assentimento. Àqueles que tiverem idade inferior a 18 anos, entregaremos também o Termo de Consentimento para seus pais lerem e assinarem caso concordem com a sua participação na pesquisa.

Esclarecemos que a pesquisa oferece um pequeno risco de constrangimento a vocês, estudantes, com o registro das aulas no diário de campo, nos relatórios produzidos pelos estudantes e nas fotos e gravações em áudio e vídeo. Agiremos para que a aula se desenvolva naturalmente e que esse risco seja minimizado. Todos os registros, descrições e análises, conforme indicações a serem feitas pelo COEP/UFMG, atenderão aos requisitos éticos estabelecidos, buscando ao grau máximo a preservação da integridade física, moral, social, cultural, dentre outras, de todos os sujeitos envolvidos na pesquisa.

Informamos ainda, que a qualquer momento os estudantes poderão pedir esclarecimentos e até mesmo se recusar a continuar participando da pesquisa.

Antecipamos os agradecimentos à sua colaboração e nos colocamos à disposição para quaisquer outros esclarecimentos.

Caso você concorde em participar da pesquisa, pedimos que preencha o termo abaixo e assine este documento.

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
 Alfredo Hannemann Wieloch  
 Pesquisador Responsável / Orientador

\_\_\_\_\_  
 Luis Phillipe Carvalhais Leal  
 Pesquisador Corresponsável / Mestrando

Eu, \_\_\_\_\_,  
 RG \_\_\_\_\_, declaro que fui consultado (a) pelos responsáveis pelo projeto de pesquisa, professores Alfredo Hannemann Wieloch, e-mail: wieloch@icb.ufmg.br, telefone: (31) 3409-2910 e Luis Phillipe Carvalhais Leal, e-mail: carvalhaisleal@yahoo.com.br, telefone: (31) 98724-3137 e respondo positivamente à sua demanda de realizar a coleta de dados, conforme explicado acima. Terei liberdade para desistir do projeto a qualquer momento, sem qualquer prejuízo para mim ou meu (minha) filho (a). Entendi as informações fornecidas pelos pesquisadores, sinto-me esclarecido (a) para participar da pesquisa e/ou autorizar o (a) meu (minha) filho (a) a participar e registro meu consentimento livre e esclarecido.

Belo Horizonte, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2019.

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do (a) Estudante.

**Em caso de dúvidas quanto aos seus direitos na pesquisa, entre em contato com:**

COEP - Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2o andar, sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – telefax: 31 3409-4592, e-mail: coep@prpq.ufmg.br.

**APÊNDICE G – Termo de consentimento livre e esclarecido (alunos maiores de 18 anos)****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ALUNOS MAIORES DE 18 ANOS)**

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /2019

Prezados alunos,

Eu professor mestrando Luis Phillipe Carvalhais Leal e o professor Dr. Alfredo Hannemann Wieloch, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), solicitamos sua autorização para a participação voluntária na pesquisa denominada “Microrganismos como agentes de despoluição das águas”.

Esclarecemos que o objetivo principal dessa pesquisa é a elaboração de materiais didáticos, atividades experimentais e diversas, que estimulem a investigação por parte dos alunos e que os tornem protagonista no processo ensino-aprendizagem, permitindo um aprendizado significativo.

Salientamos que o programa do Mestrado profissional do Ensino de Biologia (ProfBio), ao qual pertencemos, propõe uma abordagem de ensino e aprendizagem que consiste no desenvolvimento de atividades que ajudem no ensino de biologia por investigação e que permitam aos estudantes um papel protagonista no decorrer de sua vida estudantil. É uma maneira de ensinar aos alunos os conteúdos propostos pelos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e o CBC (Currículo Básico Comum) documentos norteadores para o ensino de biologia na rede pública estadual de Minas Gerais. Ressaltamos a importância dessa pesquisa para a aproximação do método científico utilizado pelos cientistas com as metodologias usadas pelos docentes em sala de aula, para que ocorra o desenvolvimento do senso crítico e da argumentação dos alunos, para que os mesmos sejam personagens ativos e transformadores em seus ambientes sociais.

Desejamos que os alunos sejam protagonistas de seus aprendizados e que o professor colabore com o desenvolvimento crítico e reflexivo desses no papel de cidadãos. Para isso, o mestrando Luis Phillipe Carvalhais Leal, em parceria com o (a) seu professor orientador, desenvolverá um projeto educacional na área de educação ambiental formado pelas seguintes partes: introdução com o conteúdo curricular a ser trabalhado, justificativas (por quês?), objetivos (necessidades a alcançar), aulas e atividades (o que fazer?), estratégias (como fazer?), avaliação, resultados (produtos e encaminhamentos) e cronograma das atividades.

Informamos que na pesquisa utilizaremos atividades que envolvam os conteúdos voltados a educação ambiental, destinados ao ensino médio EJA (Educação de Jovens e Adultos) previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Biologia, na lei 9.795/1999 regulamentada pelo decreto 4.281/2002 que instituem a Política Nacional da Educação

Ambiental e na lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em seu artigo 37, referente à EJA.

Esclarecemos que os conteúdos das aulas serão elaborados de forma conjunta entre o professor orientador e o professor mestrando. Estimamos que o tempo destinado à realização da pesquisa compreenda todo o primeiro semestre do ano letivo de 2019, podendo ser finalizada antes ou depois desse prazo. Esta estimativa foi feita com base na idealização de que as atividades seguirão o planejamento anual do professor mestrando, contando com possíveis paralisações e greves que possam ocorrer e a escola aderir e levando em consideração o ritmo e tempo dos alunos do ensino médio EJA.

Anunciamos a escolha da escola estadual Paulo das Graças da Silva como o local onde ocorrerá o estudo, porque o professor mestrando é funcionário efetivo.

Comunicamos que as aulas ocorrerão na escola estadual Paulo das Graças da Silva sob a responsabilidade do professor mestrando, buscando então, articular o ensino, a aprendizagem, a participação coletiva por meio da investigação, realização de atividades inerentes às etapas da pesquisa e produção do conhecimento, ressaltando a interação entre os alunos e o (a) professor (a). Vamos respeitar o ritmo dos alunos para dar como finalizado o conteúdo trabalhado.

Informamos que durante o desenvolvimento do projeto, além da observação, as aulas serão registradas num diário de campo do pesquisador, nos relatórios produzidos pelos alunos, por meio de fotos e gravação em áudio e vídeo. Para a garantia das normas do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP/UFMG), garantimos que as fotos e vídeos não serão divulgados e os dados coletados serão confidenciais e quando utilizados, serão unicamente para fins dessa pesquisa, podendo ser divulgados em congressos, simpósios, seminários, revistas, livros e na dissertação de Mestrado do pesquisador Luis Phillipe Carvalhais Leal.

Garantimos que sua identidade ficará preservada porque na divulgação dos dados obtidos não serão utilizados os nomes dos estudantes, e sim o número das turmas. O material coletado será arquivado sob a guarda do pesquisador Luis Phillipe Carvalhais Leal por um tempo de até 05 (cinco) anos e, posteriormente, será destruído.

Informamos que este estudo não terá nenhum custo para você aluno (a), após explicarmos do que se trata a pesquisa, pedimos a todos que assinem por livre e espontânea vontade este Termo de Consentimento.

Esclarecemos que a pesquisa oferece um pequeno risco de constrangimento aos estudantes, com o registro das aulas no diário de campo, nos relatórios produzidos pelos estudantes e nas fotos e gravações em áudio e vídeo. Agiremos para que a aula se desenvolva naturalmente e que esse risco seja minimizado. Todos os registros, descrições e análises, conforme indicações a serem feitas pelo COEP/UFMG, atenderão aos requisitos éticos estabelecidos, buscando ao grau máximo a preservação da integridade física, moral, social, cultural, dentre outras, de todos os sujeitos envolvidos na pesquisa.

Informamos ainda, que a qualquer momento os participantes poderão pedir esclarecimentos e até mesmo se recusar a continuar participando da pesquisa.

Antecipamos os agradecimentos à sua colaboração e nos colocamos à disposição para quaisquer outros esclarecimentos.

Caso você concorde em participar da pesquisa, pedimos que preencha o termo abaixo e assine este documento.

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
 Alfredo Hannemann Wieloch  
 Pesquisador Responsável / Orientador

\_\_\_\_\_  
 Luis Phillipe Carvalhais Leal  
 Pesquisador Corresponsável / Mestrando

Eu, \_\_\_\_\_,  
 RG \_\_\_\_\_, declaro que fui consultado (a) pelos responsáveis pelo projeto de pesquisa, professores Alfredo Hannemann Wieloch, e-mail: Wieloch@icb.ufmg.br, telefone: (31) 3409-2910 e Luis Phillipe Carvalhais Leal, e-mail: carvalhaisleal@yahoo.com.br, telefone: (31) 98724-3137 e respondo positivamente à sua demanda de realizar a coleta de dados, conforme explicado acima. Terei liberdade para desistir do projeto a qualquer momento, sem qualquer prejuízo para mim ou meu (minha) filho (a). Entendi as informações fornecidas pelos pesquisadores, sinto-me esclarecido (a) para participar da pesquisa e/ou autorizar o (a) meu (minha) filho (a) a participar e registro meu consentimento livre e esclarecido.

Belo Horizonte, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2019.

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do (a) Aluno (a).

**Em caso de dúvidas quanto aos seus direitos na pesquisa, entre em contato com:**

COEP - Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2o andar, sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – telefax: 31 3409-4592, e-mail: coep@prpq.ufmg.br.

## 10 ANEXO

### ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Microrganismos como agentes de despoluição das águas.

**Pesquisador:** ALFREDO HANNEMANN WIELOCH

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 08047119.5.0000.5149

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.293.104

##### Apresentação do Projeto:

A educação ambiental, garantida pela constituição federal no artigo 225, tem como um de seus objetivos incentivar a participação coletiva e individual na preservação do meio ambiente de forma permanente, responsável, visando o equilíbrio do meio ambiente e a defesa da qualidade ambiental. As diretrizes curriculares educacionais para a educação ambiental presa pela construção de conhecimentos que possibilitem a proteção

do meio ambiente através da responsabilidade cidadã. A Educação de Jovens e Adultos (EJA), garantida pela lei de diretrizes e bases da educação é destinada a todos aqueles que não tiveram acesso ou continuidade a o ensino fundamental e médio em tempo hábil. Os microrganismos existem a milhões de anos na Terra fazendo parte de um grande grupo de seres vivos unicelulares de pequenas dimensões, vivendo como células isoladas ou agrupamentos com fisiologia independente que não sofrem diferenciação, visíveis com o auxílio do microscópio. São considerados microrganismos bactérias, archaeas, protozoários, algas unicelulares, leveduras, vírus, viroides e príons. Na natureza os microrganismos atuam como bioindicadores ou indicadores de poluição e como biorremediadores de efluentes e de águas residuárias. Observando o papel ecológico desses seres vivos principalmente os aquáticos na despoluição do meio ambiente, monitoramento da poluição e na pouca disponibilidade de materiais didáticos voltados para a EJA ensino médio abordando o papel despoluidor desses organismos, este projeto visa à elaboração de materiais didáticos e atividades que explorem a investigação e estimule a

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.293.104

capacidade crítica dos discentes, possibilitando um aprendizado significativo e transformando esses em agentes multiplicadores de informação.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário: Elaboração de materiais didáticos (atividades experimentais e diversas), que estimulem a investigação por parte dos alunos e tomem a aprendizagem significativa, com foco na educação ambiental e no papel despoluidor dos microrganismos unicelulares aquáticos, complementares aos livros fornecidos pelo governo federal para o ensino de biologia as turmas da EJA do ensino médio.

Objetivo Secundário: Produzir materiais didáticos enriquecedores e de fácil execução, que complementem os conteúdos abordados na EJA/ensino médio, voltados para a educação ambiental. Elaborar atividades experimentais investigativas com microrganismos unicelulares que participam do processo de despoluição das águas, explorando e estimulando a construção ativa do conhecimento por parte dos alunos, tomado o aprendizado pelos discentes significativo. Utilizar folhas, água e aquários de vidro, nas atividades experimentais investigativas, simulando situações onde parâmetros físicoquímicos como luz, temperatura, oxigênio dissolvido e pH serão alterados, ilustrando assim a importância e o papel dos mesmos no processo de despoluição das águas. Propor atividades diversas como jogos, rodas de conversa, análise e interpretação de vídeos e reportagens, complementares as aulas teóricas, que exemplifiquem a importante ação despoluidora dos microrganismos unicelulares aquáticos na natureza. Estimular o senso crítico dos alunos e a discussão sobre o importante papel que os microrganismos unicelulares aquáticos executam na preservação

ambiental. Desenvolver nos educandos a capacidade de argumentação com relação a temas que abordem a poluição das águas e sua consequência para a saúde da população. Realizar uma visita técnica a uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto).

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: A pesquisa e os testes dos materiais didáticos oferecem um pequeno risco de constrangimento aos estudantes com o registro das aulas no diário de campo, nos relatórios produzidos pelos estudantes e nas fotos e gravações em áudio e vídeo. Agiremos para que a pesquisa e aulas se desenvolvam naturalmente e que esse risco seja minimizado. Todos os registros, descrições e análises, conforme indicações a serem feitas pelo COEP/UFMG, atenderão aos requisitos éticos estabelecidos, buscando ao grau máximo a preservação da integridade física, moral, social, cultural, dentre outras, de todos os sujeitos envolvidos na pesquisa.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br



Continuação do Parecer: 3.293.104

**Benefícios:** Os benefícios para os participantes da pesquisa, estão no desenvolvimento de capacidades investigativas dos mesmos ao participarem das atividades propostas, a garantia de seu protagonismo durante a construção do conhecimento e a consolidação de um aprendizado significativo que os tornem agentes ativos com relação ao bem estar ambiental em seus meios sociais.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante para o campo de estudo e para políticas públicas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

**Recomendações:**

Recomenda-se a aprovação da Pesquisa em função da clareza e coerência teórico-metodológica, como pelas contribuições para a área de investigação.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A partir da análise dos documentos apresentados, concluímos pela aprovação do projeto de pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento                  | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                            | Situação |
|---------------------------------|---|------------------------|----------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto  | PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1164815.pdf | 21/04/2019<br>18:37:45 |                                  | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / | TALE2.pdf                                     | 21/04/2019<br>18:29:49 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito   |

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.293.104

|   |                       |                        |                                  |        |
|---|-----------------------|------------------------|----------------------------------|--------|
| Justificativa de Ausência                                 | TALE2.pdf             | 21/04/2019<br>18:29:49 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE1.pdf             | 21/04/2019<br>18:29:34 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE2.pdf             | 21/04/2019<br>18:25:59 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Outros  | cartarespostaCOEP.pdf | 21/04/2019<br>18:15:35 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | PROJETO2.pdf          | 21/04/2019<br>18:15:02 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Cronograma  | CRONOGRAMA.pdf        | 07/02/2019<br>22:12:04 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Folha de Rosto  | ROSTRO.pdf            | 07/02/2019<br>22:03:32 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Parecer Anterior  | CONSUBSTANCIADO.pdf   | 27/12/2018<br>16:50:26 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | Anuencia2.jpg         | 27/12/2018<br>16:50:02 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | Anuencia.jpg          | 27/12/2018<br>16:49:42 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |
| Declaração de Pesquisadores                               | PESQUISADORES.pdf     | 27/12/2018<br>16:49:24 | LUIS PHILLIPE<br>CARVALHAIS LEAL | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 29 de Abril de 2019

Assinado por:  
Eliane Cristina de Freitas Rocha  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005  
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br